

**RESTRIÇÃO DE CRÉDITO E DECISÃO DE INVESTIMENTO: A  
EXPERIÊNCIA DO SETOR INFORMAL NO BRASIL**

Arthur de Rezende Pinto  
Flávia Chein  
Cristine Campos de Xavier Pinto

**IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS SOBRE O BEM-ESTAR  
RELACIONADO À SAÚDE NO BRASIL**

Elvanio Costa de Souza  
Alexandre Bragança Coelho  
João Eustáquio de Lima  
Dênis Antônio da Cunha  
José Gustavo Féres

**DIFERENCIAL DE SALÁRIOS E DETERMINANTES NA ESCOLHA DE  
TRABALHO ENTRE OS SETORES PÚBLICO E PRIVADO NO BRASIL**

Ana Luiza Neves de Holanda Barbosa  
Fernando de Holanda Barbosa Filho  
João Ricardo Ferreira de Lima

**O FUNDO PREVIDENCIÁRIO DOS SERVIDORES DA UNIÃO:  
RESULTADOS ATUARIAIS**

Felipe Vilhena Antunes Amaral  
Fabio Giambiagi  
Marcelo Abi-Ramia Caetano

**ANÁLISE SISTÊMICA DO SETOR DE SERVIÇOS NO BRASIL PARA O  
ANO DE 2005**

Marcílio Zanelli Pereira  
Suzana Quinet de Andrade Bastos  
Fernando Salgueiro Perobelli

**PRODUTIVIDADE E COMÉRCIO: A IMPORTÂNCIA DO APRENDIZADO  
NO COMÉRCIO EXTERIOR BRASILEIRO**

Hélio de Sousa Ramos Filho  
Álvaro Barrantes Hidalgo

## **Governo Federal**

### **Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República**

**Ministro interino** – Marcelo Côrtes Neri



Fundação pública vinculada à Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiro – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

#### **Presidente**

Marcelo Côrtes Neri

#### **Diretor de Desenvolvimento Institucional**

Luiz Cezar Loureiro de Azeredo

#### **Diretor de Estudos e Relações Econômicas e Políticas Internacionais**

Renato Coelho Baumann das Neves

#### **Diretor de Estudos e Políticas do Estado, das Instituições e da Democracia**

Daniel Ricardo de Castro Cerqueira

#### **Diretor de Estudos e Políticas Macroeconômicas**

Cláudio Hamilton Matos dos Santos

#### **Diretor de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais**

Rogério Boueri Miranda

#### **Diretora de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura**

Fernanda De Negri

#### **Diretor de Estudos e Políticas Sociais**

Rafael Guerreiro Osorio

#### **Chefe de Gabinete**

Sergei Suarez Dillon Soares

#### **Assessor-chefe de Imprensa e Comunicação**

João Cláudio Garcia Rodrigues Lima

#### **Corpo Editorial**

URL: <http://www.ipea.gov.br>

#### **Editor**

Marco Antônio Freitas de Hollanda Cavalcanti

Ouvidoria: <http://www.ipea.gov.br/ouvidoria>

#### **Coeditor**

Maurício Cortez Reis

#### **Membros**

Alexis Maka (Ipea)

Carlos Henrique Leite Corseuil (Ipea)

Eduardo Pedral Sampaio Fiuza (Ipea)

Eustáquio José Reis (Ipea)

Fernando Veloso (Ibre-FGV)

Lauro Roberto Albrecht Ramos (Ipea)

Miguel Nathan Foguel (Ipea)

Pedro Cavalcanti Ferreira (EPGE-FGV)

Rodrigo Reis Soares (PUC-RJ)

#### **Secretária-Executiva**

Thamires Fernandes da Silva

**pesquisa e planejamento  
econômico ■ ppe**

**ipea**

---

Pesquisa e Planejamento Econômico v. 1 – n.1 – jun. 1971.

Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 1990 – v. – quadrimestral.

Título anterior: Pesquisa e Planejamento v. 1, n. 1 e 2, 1971

Periodicidade anterior: semestral de 1971–1975.

1. Economia – Pesquisa – Periódicos. 2. Planejamento Econômico – Brasil. I. Brasil.  
Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

ISSN - 0 100-0551

CDD 330.05  
33(81) (05)

---

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou o da Secretaria de Assuntos Estratégicos.

É permitida a reprodução dos textos deste volume e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

## SUMÁRIO

### **RESTRICÇÃO DE CRÉDITO E DECISÃO DE INVESTIMENTO: A EXPERIÊNCIA DO SETOR INFORMAL NO BRASIL 7**

Arthur de Rezende Pinto  
Flávia Chein  
Cristine Campos de Xavier Pinto

### **IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS SOBRE O BEM-ESTAR RELACIONADO À SAÚDE NO BRASIL 49**

Elvanio Costa de Souza  
Alexandre Bragança Coelho  
João Eustáquio de Lima  
Dênis Antônio da Cunha  
José Gustavo Féres

### **DIFERENCIAL DE SALÁRIOS E DETERMINANTES NA ESCOLHA DE TRABALHO ENTRE OS SETORES PÚBLICO E PRIVADO NO BRASIL 89**

Ana Luiza Neves de Holanda Barbosa  
Fernando de Holanda Barbosa Filho  
João Ricardo Ferreira de Lima

### **O FUNDO PREVIDENCIÁRIO DOS SERVIDORES DA UNIÃO: RESULTADOS ATUARIAIS 119**

Felipe Vilhena Antunes Amaral  
Fabio Giambiagi  
Marcelo Abi-Ramia Caetano

### **ANÁLISE SISTÊMICA DO SETOR DE SERVIÇOS NO BRASIL PARA O ANO DE 2005 161**

Marcílio Zanelli Pereira  
Suzana Quinet de Andrade Bastos  
Fernando Salgueiro Perobelli

### **PRODUTIVIDADE E COMÉRCIO: A IMPORTÂNCIA DO APRENDIZADO NO COMÉRCIO EXTERIOR BRASILEIRO 203**

Hélio de Sousa Ramos Filho  
Álvaro Barrantes Hidalgo



## **CONTENTS**

### **CREDIT CONSTRAINTS AND INVESTMENT DECISIONS: THE EXPERIENCE OF THE BRAZILIAN INFORMAL SECTOR 7**

Arthur de Rezende Pinto  
Flávia Chein  
Cristine Campos de Xavier Pinto

### **CLIMATE CHANGE IMPACTS ON HEALTH-RELATED WELFARE IN BRAZIL 49**

Elvanio Costa de Souza  
Alexandre Bragança Coelho  
João Eustáquio de Lima  
Dênis Antônio da Cunha  
José Gustavo Féres

### **PUBLIC-PRIVATE WAGE GAP AND DETERMINANTS OF SECTORAL EMPLOYMENT CHOICE 89**

Ana Luiza Neves de Holanda Barbosa  
Fernando de Holanda Barbosa Filho  
João Ricardo Ferreira de Lima

### **THE BRAZILIAN FEDERAL GOVERNMENT CIVIL SERVANTS PENSION FUND: ACTUARIAL RESULTS 119**

Felipe Vilhena Antunes Amaral  
Fabio Giambiagi  
Marcelo Abi-Ramia Caetano

### **A SYSTEMIC ANALYSIS OF THE SERVICE SECTOR IN BRAZIL FOR THE YEAR 2005 161**

Marcílio Zanelli Pereira  
Suzana Quinet de Andrade Bastos  
Fernando Salgueiro Perobelli

### **PRODUCTIVITY AND TRADE: THE IMPORTANCE OF LEARNING IN BRAZILIAN FOREIGN TRADE 203**

Hélio de Sousa Ramos Filho  
Álvaro Barrantes Hidalgo



# RESTRIÇÃO DE CRÉDITO E DECISÃO DE INVESTIMENTO: A EXPERIÊNCIA DO SETOR INFORMAL NO BRASIL \*

Arthur de Rezende Pinto\*\*

Flávia Chein\*\*\*

Cristine Campos de Xavier Pinto\*\*\*\*

O artigo investiga a existência de racionamento de crédito aos empreendimentos informais da economia brasileira. Para tanto, adapta um modelo de escolha ocupacional desenvolvido em Evans e Jovanovic (1989) para a decisão de investimento da firma condicional à sua restrição orçamentária. Um dos resultados desse modelo é que as firmas restritas ao crédito são mais dependentes da sua riqueza inicial para realizar investimentos. Tal resultado motiva a estratégia empírica adotada, que utiliza a relação entre riqueza e investimento para identificar se há ou não restrição de crédito para os empreendimentos informais urbanos. Utilizando dados da Pesquisa de Economia Informal Urbana (ECINF), para o ano de 2003, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), encontram-se evidências de que a riqueza tem um impacto significativo sobre diferentes decisões de investimentos. Além disso, no que se refere a investimentos em capital físico, os resultados indicam que os empreendimentos caracterizados por trabalhadores por conta própria enfrentam maior restrição de crédito quando comparados aos empregadores.

**Palavras-chave:** riqueza inicial; investimento; racionamento de crédito; economia informal urbana.

JEL: D24; O12.

## 1 INTRODUÇÃO

Assunto controverso e que, há tempos, se situa na pauta de estudo da ciência econômica, o crescimento econômico diferenciado entre países, ao longo do tempo, encontra diversas explicações na teoria econômica.

Atualmente, o funcionamento do mercado financeiro e, mais especificamente, do mercado de crédito é frequentemente apontado como um dos determinantes do nível de desenvolvimento de uma nação (Stiglitz, 1989; Levine, 2004; Banerjee, 2001).

Muitos mercados, por características específicas, possuem potencial para presença de falhas. Entre eles, dois exemplos muito estudados na literatura econômica

---

\* Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo auxílio financeiro recebido por meio do Edital Primeiros Projetos – 2008; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de estudos e de produtividade em pesquisa aos autores; aos participantes do 34º Encontro Brasileiro de Econometria; e aos pareceristas anônimos pelas críticas e sugestões.

\*\* Economista do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). *E-mail:* arthurderpinto@yahoo.com.br

\*\*\* Professora-adjunta do Departamento de Economia e do Programa Pós-Graduação em Economia Aplicada da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq. *E-mail:* flavia.chein@ufjf.edu.br

\*\*\*\* Professora da Escola de Economia de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas (EESP/FGV). Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq. *E-mail:* cristine.pinto@fgv.br

são o próprio mercado de crédito e o mercado de trabalho (Stiglitz e Weiss, 1983; Wasmer e Weil, 2004). Nesta linha de raciocínio, as falhas de mercado são um dos mecanismos que explicariam o diferencial de renda entre os países.

Em se tratando do mercado de crédito, a assimetria de informação é o principal fator a limitar seu perfeito funcionamento e, como será visto mais adiante, afasta-o do equilíbrio *first best*, ao alcançá-lo com restrição de crédito.

Em uma economia em que há crédito racionado, ou mesmo ausência do mercado de crédito, a riqueza das firmas passa a afetar suas escolhas ótimas de investimentos. Se o mercado de crédito não existir, o montante a ser investido pela firma é limitado pela sua riqueza inicial, isto é, a firma só poderá investir, no máximo, um valor igual ao seu estoque de riqueza. De outro lado, caso o mercado de crédito exista, mas haja racionamento de crédito, o investimento torna-se dependente do acesso ao crédito que, por sua vez, é restrito aos que têm colateral ou garantias a oferecer. Logo, sob imperfeições no mercado de crédito, o valor ótimo a ser investido é uma função da riqueza inicial das firmas, ou seja, a firma escolhe o máximo de investimento que consegue financiar com o seu estoque de riqueza inicial.

O objetivo do presente trabalho é verificar a existência de racionamento de crédito entre os pequenos empreendimentos informais urbanos, utilizando dados da Pesquisa de Economia Informal Urbana (ECINF), para o ano de 2003, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Este recorte se justifica pela elevada participação do setor informal na economia brasileira, tanto no sentido de geração de trabalho e renda, quanto em termos de produção. Além disso, pode existir uma relação direta entre o tamanho do setor informal e a existência de restrições no mercado de crédito. Por exemplo, Straub (2005) argumenta que, ao se legalizar, a firma tem uma probabilidade maior de participar do mercado formal de crédito. Em um ambiente de risco moral com imperfeições no mercado de crédito, a decisão da firma de entrar ou não no mercado de crédito irá depender do custo de entrada neste mercado e o custo relativo de se obter crédito no mercado informal de crédito. No contexto, a decisão de entrada no setor formal da economia pode ser influenciada pela existência de restrições no mercado de crédito.

A estratégia empírica adotada é construída a partir de um modelo teórico baseado em Evans e Jovanovic (1989). A ideia é testar a existência de racionamento de crédito por meio da relação entre a riqueza dos empreendimentos e as decisões empresariais relativas a diferentes tipos de investimentos, considerando tanto o capital humano (investimentos em capacitação em gestão, em curso de formação e em apoio à comercialização, em informática e em assistências técnica, jurídica e contábil), como o capital físico (aquisição de máquinas e equipamentos). Os resultados encontrados trazem evidências de que a riqueza tem um impacto

significativo sobre diferentes decisões de investimentos. Além disso, os resultados indicam que os empreendimentos caracterizados por trabalhadores por conta própria enfrentam maior restrição de crédito quando comparados aos empregadores, no que se refere a investimentos em capital físico, corroborando resultados comumente encontrados na literatura.

Além desta seção introdutória, o trabalho se organiza da seguinte forma: a seção 2 apresenta uma revisão da literatura acerca do racionamento de crédito e sobre o mercado de crédito e o setor informal no Brasil; posteriormente, o modelo teórico que serve como referência para o trabalho é apresentado na seção 3; a seção 4 discute a estratégia empírica utilizada para a estimação da relação entre riqueza e crédito, além de descrever a base de dados e caracterizar o setor informal da economia brasileira; por fim, a apresentação dos resultados e a conclusão do trabalho constam, respectivamente, nas seções 5 e 6.

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 O mercado de crédito**

Algumas razões têm tornado o mercado de crédito um atraente objeto de pesquisas nos últimos anos, em grande medida, por se apresentar como um mercado com potencial presença de falha (Stiglitz e Weiss, 1981; Jaffee e Russell, 1976). Além disso, devido à grande relevância que imperfeições no mercado de crédito têm recebido como determinante do desenvolvimento econômico, por afetar a escolaridade e a qualificação profissional (Galor e Zeira, 1993), o trabalho infantil (Dehejia e Gatti, 2002; Assunção e Alves, 2007), a escolha ocupacional e, em última instância, a dinâmica de longo prazo da renda na economia (Banerjee e Newman, 1993; Galor e Zeira, 1993; Picketty, 1997).

O ambiente de incerteza no mercado de crédito emerge no momento em que o demandante obtém um empréstimo. Ao se adquirir um dado montante de crédito, não há imediata realização do pagamento do principal ao ofertante, diferentemente do que ocorre no mercado de bens e serviços, em que, sob o não pagamento, o ofertante pode simplesmente negar a entrega do produto. Já no que diz respeito ao crédito, a presença do intervalo temporal entre o recebimento do crédito e o pagamento do principal introduz a incerteza na ação do tomador, uma vez que a parte credora não possui nenhuma garantia sobre o pagamento do montante assumido no contrato de crédito.

Aliado à incerteza, as partes envolvidas no contrato têm, em geral, conhecimento diferente sobre as informações declaradas no ato da tomada de crédito. Neste sentido, há presença do problema conhecido pela teoria econômica por informação assimétrica (Allen, 1983).

A presença de informações privadas, só conhecidas por alguma das partes envolvidas no contrato de crédito, abre um flanco de pesquisa no sentido de identificar o que ocorre com o equilíbrio de mercado caso haja, de fato, assimetria de informação.

Um resultado frequentemente encontrado na literatura sobre crédito é o alcance do equilíbrio com racionamento de crédito, conforme descrito em Stiglitz e Weiss (1981), Jaffee e Russell (1976), Allen (1983), Ghosh, Mookherjee e Ray (2000) e Acemoglu (2001), entre outros.

## 2.2 O mercado de crédito brasileiro e o setor informal

O Brasil apresenta um incipiente mercado de capitais, e o mercado de crédito tem maior participação no sistema financeiro do país. No ano de 2008, segundo dados do Banco Central do Brasil (BCB),<sup>1</sup> a relação entre o montante de crédito e o Produto Interno Bruto (PIB) foi, em média, 37,17%. Este valor se apresenta baixo quando comparado com Estados Unidos (249%), Holanda (166%), ou mesmo países como Hungria (46%).

Cabe ainda enfatizar que o mercado financeiro brasileiro apresenta características contraditórias. Apesar de a Bolsa de Mercadorias e Futuros (BM&F) brasileira ter sido ranqueada pela Future Industry Association (FIA) como a quinta maior em volume de negociações do mundo no ano de 2005, o país sofre com problemas como a insuficiência da oferta de crédito pelo setor privado (Viana, 2006). A história econômica recente do Brasil é marcada por um longo período inflacionário, durante o qual o sistema financeiro apresentou baixo nível de desenvolvimento, uma vez que o setor bancário conseguia garantir lucro com *floating*, denominação dada à prática do banco de reter temporariamente recursos de terceiros, possibilitando que aplicasse este montante, enquanto não o capitalizava, em favor de seus proprietários.

Com o fim do período inflacionário, os bancos foram forçados a realizar mudanças, a se desenvolver e se tornarem mais eficientes, de modo a conseguir melhor controle sobre riscos de operações (Viana, 2006; Pinheiro e Moura, 2001).

A redução das receitas bancárias com *floating* fez com que vários bancos iniciassem um problema de solvência, com destaque para os bancos comerciais estaduais e muitos pequenos bancos, além de alguns grandes bancos privados (Pinheiro e Moura, 2001). Esse novo cenário e a necessidade de sustentação do processo de estabilização econômica estabelecido pelo Plano Real fizeram com que o governo intervisse fortemente no sistema bancário, especialmente por meio do Programa de Estímulo à Reestruturação e ao Fortalecimento do Sistema Financeiro Nacional (Proer), instituído pela Medida Provisória nº 1.179 e a Resolução nº 2.208, ambas de 3 de novembro de 1995, do Programa de Incentivo à Redução do Setor Público

1. Extraído de: <[www.bacen.gov.br](http://www.bacen.gov.br)>. Acesso em: 20 mar. 2009.

Estadual na Atividade Bancária (Proes) e do Programa de Aumento da Eficiência Operacional da Bacia de Campos (PROEF), voltados, respectivamente, para os bancos privados, estaduais e federais, assumindo grande parte dos empréstimos irrecuperáveis. Como consequência, houve a liquidação de muitos bancos, incluindo vários comerciais estaduais, e a fusão e/ou aquisição de bancos de médio e grande porte, dando origem a uma concentração maior do sistema bancário. Concomitantemente, ocorre uma elevação do crédito ao setor privado com elevado *spread* bancário (Moura, 1998; Almeida Júnior e Barros, 1997).

O arcabouço institucional estabelecido pelo governo federal como base de sustentação do Plano Real envolveu, ainda, medidas diretamente relacionadas à supervisão do mercado de crédito. Em 1997, foi criada a Central de Risco de Crédito (CRC), com informações aglutinadas por cliente com saldo devedor superior a R\$ 50 mil, contendo a distribuição temporal do fluxo de pagamentos esperado, sem, no entanto, identificar a modalidade, a garantia, a classificação de risco ou qualquer detalhamento adicional. Na prática, a CRC de 1997 foi apenas um primeiro passo em direção à ampliação da supervisão das operações de crédito que, anteriormente, estava voltada apenas para grandes operações e devedores, sem grandes preocupações com a avaliação de riscos incorridos pelas instituições financeiras (BCB, 2012). Segundo estimativas da McKinsey & Company (1998), a receita proveniente do *floating* representava 46% das receitas bancárias em 1993 e caiu para 4% em 1995. Em contrapartida, a rentabilidade proveniente de juros líquidos subiu de 37% para 66% neste período. Há indícios, portanto, de que, diante da perda de receitas bancárias devido à drástica redução da inflação, a saída para os bancos foi expandir as linhas de crédito. Este fato se evidencia pela expansão do crédito às famílias, em que o crédito ao consumo cresceu de uma média de 2,4% do crédito total, entre os anos de 1988-1993, para 13% do total, em 1997, e chegando, atualmente, a responder por, aproximadamente, 34%.

O referido aumento da participação do crédito concedido no sistema financeiro nacional, embora seja uma importante fonte de investimentos, traz consigo alguns daqueles problemas mencionados na seção anterior para o Brasil. Pinheiro e Moura (2001) e Araújo e Funchal (2006) destacam que a explosão na concessão de crédito pessoal ocorreu em um ambiente em que os bancos não estavam preparados para isso. Até então, a maior parte das informações obtidas pelos concessionários de crédito era proveniente dos *Bureaus* de Informação de Crédito (BICs), que já existiam há várias décadas e se baseavam, preponderantemente, em certidões negativas obtidas nos cartórios judiciais, cadastros de lojas e no BCB. Estas informações indicavam o tipo do tomador, em termos de probabilidade de *default*, baseado em seu histórico. Entretanto, com o advento do Plano Real, várias pessoas tiveram acesso ao crédito pela primeira vez, porém grande parte dos tomadores não possuía histórico de conduta, o que fez com que ficasse difícil a inferência sobre seu tipo.

Neste sentido, em meados dos anos 2000, algumas reformas institucionais ocorreram no Brasil (Araújo e Funchal, 2006). A primeira das mudanças é relativa ao crédito pessoal, mais precisamente ao desconto em folha como pagamento dos créditos recebidos. Recentemente, a legislação brasileira passou a permitir que o credor receba o pagamento de empréstimo a qualquer tempo, sempre que o devedor tiver caixa, em conta bancária, suficiente para liquidar a dívida. Desta forma, tem-se reduzido substancialmente o *default* voluntário, diminuindo os problemas decorrentes do risco moral, uma vez que a renda futura do tomador entra como colateral no contrato de crédito. Coelho, Mello e Funchal (2012) estimam que o efeito dessa mudança na legislação sobre o volume do crédito pessoal e sobre a taxa de juros levou a um crescimento de 42% de novos empréstimos e a uma redução de 10,3% na taxa de juros.

A segunda das alterações diz respeito ao crédito habitacional e a hipotecas e é conhecida como “alienação fiduciária para bens e imóveis, patrimônio de afetação e lei do incontroverso”. A alienação fiduciária permite que o imóvel permaneça em posse do credor ou construtor no caso de o judiciário não transferir posses do devedor para o credor quando o primeiro incorre em *default*.

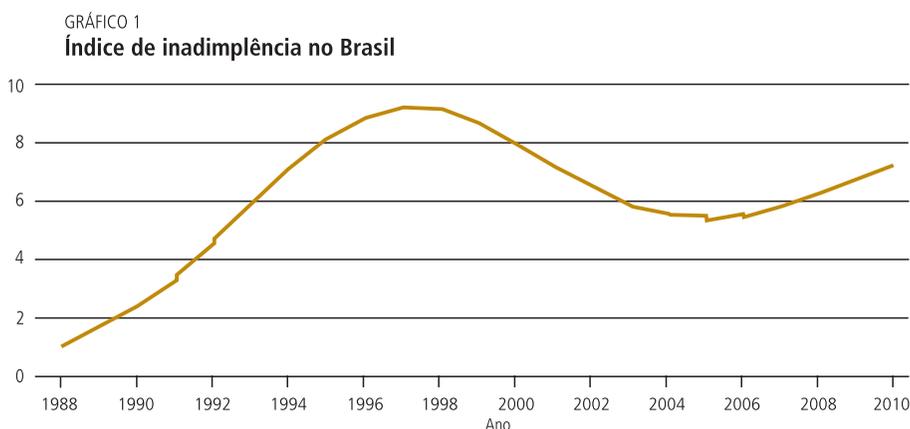
Araújo e Funchal (2006) apontam como a mais importante mudança a Lei de Falências, que alterou a prioridade de uma firma em falência e tornou a liquidação das dívidas o principal procedimento nestas situações.

Por fim, embora não enfatizada por Araújo e Funchal (2006), cabe destacar a ampliação da CRC, em 2000, como uma relevante mudança institucional. Com a Resolução nº 2.682, a CRC passou a incorporar a classificação de risco dos tomadores, com detalhamento de créditos concedidos com valores iguais ou superiores a R\$ 20 mil, além de ter sido criada a supervisão indireta do BCB, gerando a necessidade de novas informações e aprimoramentos subsequentes dessa central, dando origem ao embrião do Sistema de Informações de Crédito, em 2002, com novos dados de clientes com créditos de valores iguais ou superiores a R\$ 5 mil (BCB, 2012).

Todas essas reformas institucionais reduziram problemas de assimetria de informação e, portanto, fizeram com que o ofertante de crédito se sentisse em um ambiente mais seguro para realização de suas operações. O surgimento deste ambiente de maior segurança pode ser traduzido pela queda no índice de inadimplência.<sup>2</sup> Seu comportamento, de 1988 a 2008, pode ser observado de acordo com o gráfico 1.<sup>3</sup>

2. O índice de inadimplência é calculado pela razão entre o número de registros líquidos no Serviço Central de Proteção ao Crédito (SCPC) – que é dado pelo número de registros recebidos menos os retirados no mês de referência – e o número de consultas no terceiro mês anterior ao mês de referência.

3. O gráfico 1 foi plotado a partir de uma suavização dos dados originais. O método utilizado foi a linha de *lowess*. Esta suavização é realizada por regressões localmente ponderadas com subconjuntos formados a partir do conjunto de dados originais. O tamanho dos subconjuntos é definido pelo *bandwidth*, que representa a fração da amostra usada na suavização em cada observação. O *bandwidth* utilizado é de 0.8, *default* do programa Stata.



Fonte: Serviço de Proteção ao Crédito (SPC).  
Elaboração dos autores.

Notadamente, há um salto no índice em meados do ano de 1994, ano em que os bancos começam a perder receita com o *float*, devido à redução de inflação. Conforme descrito, a opção do setor bancário diante deste problema foi ampliar o crédito ao setor privado, em especial ao consumo. Entretanto, esta ampliação de crédito não foi realizada sob um eficiente sistema de obtenção de informações, o que fez com que o índice de inadimplência aumentasse em 1994 e se mantivesse em um patamar mais elevado até o ano de 1999, a partir de quando há declínio nas taxas de juros reais, nos compulsórios sobre depósitos à vista e há uma forte desvalorização cambial. Por estas razões, o índice de inadimplência reduz-se novamente a patamares anteriores ao Plano Real, alcançando valores ainda mais baixos em meados dos anos 2000, quando ocorreram as reformas institucionais.

É nesse cenário que se propõe analisar os efeitos da restrição de crédito sobre a decisão de investir de empreendimentos do mercado informal. Segundo Ulyssea (2012), independentemente das diversas definições adotadas, os altos níveis de informalidade são um fenômeno difundido em países em desenvolvimento. Arbex, Freguglia e Chein (2013) apontam que o setor informal representa uma grande proporção da força de trabalho na América Latina e na África, influenciando diretamente a estrutura de rendimentos, bem como levando a distorções do mercado. Como salienta Ulyssea (2006), desde a década de 1980, trabalhadores informais constituem uma parcela significativa dos trabalhadores ocupados no Brasil, com crescimento significativo de sua participação a partir dos anos 1990. Há, nesse período, um aumento dos chamados trabalhadores por conta própria como também daqueles sem carteira assinada.

Nesse cenário, é importante notar que, além das perdas de receita decorrentes do não recolhimento de impostos, o alto nível de informalidade merece especial

atenção em razão de estar muitas vezes associado a baixos níveis de produtividade das firmas, sendo um setor em grande parte desprotegido e com postos de trabalho de baixa qualidade, com altas taxas de rotatividade, menor retorno à educação e níveis mais baixos de renda familiar *per capita* (Ulyseia, 2012; Amadeo, Gil e Neri, 2000; Curi e Menezes-Filho, 2004; Neri, 2002). Além disso, como salientam Arias *et al.* (2010), o tamanho do setor informal pode estar relacionado à própria ineficiência do ambiente institucional do país, sendo, portanto, prejudicial não apenas para as firmas como também para o próprio desenvolvimento econômico.

Logo, tendo em vista essas especificidades do setor informal e sua dimensão em países em desenvolvimento, o presente artigo, a partir de um modelo teórico geral de escolha da firma sob racionamento de crédito, testa os efeitos da restrição de crédito sobre decisões de investimento para uma amostra de empreendimentos informais, precários e de baixo retorno, em um contexto de estabilização monetária, com mercado de crédito ainda incipiente, embora em expansão.

### 3 MODELO TEÓRICO

#### 3.1 Decisões das firmas sob a presença de racionamento de crédito

A realização de exercícios empíricos que retratem o setor informal da economia é demasiadamente difícil, uma vez que são escassas as fontes de dados. Aliado a isso, outros problemas podem dificultar a identificação daquilo que é o principal objetivo deste trabalho, a restrição de crédito.

Inicialmente, com o intuito de realizar o teste para racionamento de crédito, poder-se-ia se pensar em utilizar diretamente variáveis relativas à obtenção de crédito. Entretanto, há um possível viés de seleção entre as firmas. Isso pode advir do fato de alguns empreendimentos, por possuírem algumas características específicas, recorrerem com maior frequência ao mercado de crédito e, justamente por esta razão, sentirem com maior severidade o crédito racionado e, assim, o reporte.

Outra grande dificuldade advém das informações reportadas pelos proprietários de empreendimentos informais. A definição do que é crédito pode se apresentar de maneira diversa para cada proprietário e, portanto, conter erro de medida. Compras a prazo e cartão de crédito são exemplos de medidas que podem ou não participar da definição de crédito.

Por último, a simultaneidade entre crédito e riqueza impede a identificação causal direta entre tais variáveis, uma vez que um modelo que mensurasse, a partir da riqueza, o montante de crédito obtido pelo empreendimento poderia, além de captar o quanto a riqueza afeta no crédito obtido, ser também enviesado pelo quanto o crédito afeta a riqueza das firmas. Por estas razões, a identificação do racionamento de crédito não é diretamente mensurada neste trabalho. Assim, uma

forma de encontrar a resposta almejada é verificar o papel da riqueza inicial dos empreendimentos sobre suas decisões de investimentos.

Os investimentos de uma firma podem ser financiados com capital próprio ou via mercado de crédito. Caso o tomador do crédito tenha seu retorno esperado maior do que o custo de obtenção do empréstimo, o projeto de investimento poderia ser totalmente financiado por empréstimos. Isto porque, mesmo após o retorno do pagamento ao credor, ainda restaria ao empreendedor um ganho de capital. Mas esta possibilidade de financiamento vai se esgotando na medida em que o mercado passa a apresentar restrição à obtenção de crédito. Como visto anteriormente, a riqueza inicial do empreendedor torna-se determinante nas decisões de investimentos, seja ela como garantia ao credor em caso de fracasso no projeto de investimento, seja como forma de financiar autossuficientemente o investimento.

A literatura econômica apresenta trabalhos empíricos que analisam o papel da riqueza nas decisões familiares quando os agentes estão restritos a crédito (Evans e Jovanovic, 1989; Evans e Leighton, 1989; Assunção e Alves, 2007).

Neste artigo, é apresentado um modelo teórico baseado no modelo de Evans e Jovanovic (1989), que ajudará a testar se as firmas brasileiras situadas no setor informal estão sujeitas ao racionamento de crédito.

### 3.2 O modelo

Evans e Jovanovic (1989) apresentam um modelo completo de escolha ocupacional das famílias. Ao contrário dos autores, neste artigo olha-se apenas para as decisões de investimento das firmas, uma vez que a ocupação do indivíduo já está definida – ser proprietário de um empreendimento. Aqui, começa-se descrevendo o ambiente em que a firma toma as suas decisões.

Os ganhos do proprietário de um empreendimento podem ser descritos por meio da seguinte função de produção:

$$y = \theta k^\alpha \varepsilon \quad (1)$$

em que  $\theta$  representa características não observáveis do empreendimento e do empreendedor,<sup>4</sup> como sua habilidade inata;  $k$ , o montante de capitais físico e humano investidos no negócio; e  $\varepsilon$ , um distúrbio lognormal cujo logaritmo apresenta variância de  $\sigma_\varepsilon^2$  independente entre os empreendedores e  $\alpha \in (0, 1)$ . Os distúrbios

4. Este modelo pode ser modificado, diferenciando-se capital físico e humano. Neste caso,  $k$  representaria o capital físico e  $\theta$  iria depender do nível de capital humano,  $h$ . Esta extensão do modelo não altera as suas principais conclusões. Por simplicidade, prefere-se manter o modelo com o nível de capital  $k$  que representa tanto o capital físico quanto o capital humano.

representam choques de produtividade independentes e identicamente distribuídos, com média zero. Um empreendedor bem-sucedido possui elevado produto total e alto retorno marginal do trabalho em todos os níveis de capital. O termo  $\varepsilon$  é um imprevisível componente da renda de quem escolhe se tornar empreendedor.

A renda líquida de um empreendedor é:

$$y + r(z - k) \quad (2)$$

onde  $r$  é um mais a taxa de juros, e  $z$  é a riqueza do empreendedor no início do período. Se  $z < k$ , o indivíduo necessita tomar empréstimo de  $(k - z)$  e, ao final do período, haverá repagamento de  $r(k - z)$ . Por hipótese, o proprietário não pode inadimplir, independentemente do desempenho do empreendimento. Esta hipótese não é razoável caso ele tenha à disposição apenas um montante pequeno de crédito disponível ou caso o tome empregando algum colateral. Considera-se que cada indivíduo pode tomar empréstimo em um montante proporcional à sua riqueza inicial. O fator de proporcionalidade é  $\lambda - 1$ . Considerando que o montante de empréstimo tomado pelo investidor não pode exceder  $(\lambda - 1)z$ , o máximo que o indivíduo poderá investir no empreendimento será  $z + (\lambda - 1)z = \lambda z$ . Assim, o empreendedor se depara com a seguinte restrição:  $0 \leq k \leq \lambda z$ , sendo que  $\lambda$  satisfaz a condição de  $\lambda \geq 1$ . Por simplicidade, assume-se que  $\lambda$  e  $r$  são iguais para todos, e que a taxa de juros recebida pelo ofertante é igual à taxa paga pelo demandante de crédito. Dado este cenário, a firma toma a decisão de quanto investir.

No momento em que a decisão de investimento é feita, a firma não tem conhecimento sobre a realização de  $\varepsilon$ , mas ela conhece  $\theta$ . Sob a hipótese de neutralidade ao risco, a decisão de investimento  $k$  sai do seguinte problema de maximização:

$$\begin{aligned} \max_k [\theta k^\alpha + r(z - k)] \\ s. a \ k \in [0, \lambda z] \end{aligned} \quad (3)$$

No caso de um máximo interior, da condição de primeira ordem em relação a  $k$ , tem-se que:

$$\theta \alpha k^{\alpha-1} - r = 0 \quad (4)$$

Resolvendo a equação (4) para  $k$ ,

$$k = \left( \frac{\theta \alpha}{r} \right)^{(1-\alpha)^{-1}} \quad (5)$$

Isto é sempre válido, desde que o lado direito da equação acima não seja maior que  $\lambda z$ . Se isso ocorre, diz-se que o empreendedor não está restrito ao crédito. Pela equação (5), se o proprietário não estiver restrito ao crédito, o parâmetro  $\theta$  deve atender a seguinte condição:

$$\theta \leq \frac{\lambda z^{1-\alpha_r}}{\alpha} \quad (6)$$

Caso contrário, ele estará restrito.

Substituindo o investimento ótimo nos ganhos do empreendedor, tem-se que:

$$y_1 = \theta^{1-\alpha} \left( \frac{\alpha}{r} \right)^{\frac{\alpha}{(1-\alpha)}} \varepsilon, \text{ se } \theta \text{ satisfaz a equação (6)}$$

$$y_2 = \theta \lambda z^\alpha \varepsilon, \text{ caso contrário} \quad (7)$$

Fica claro que, no caso de não haver restrição a crédito, isto é, a equação (6) é atendida, a escolha ótima de investimento, extraída de (5), independe da renda do empreendedor. Caso contrário, ainda que os ganhos do empreendedor sejam crescentes na renda, com presença de restrição de crédito, o investimento é determinado pela riqueza inicial do empreendimento.

Para permitir a estimação do que foi apresentado anteriormente, deve-se considerar a seguinte adaptação do modelo de escolha ocupacional apresentado por Assunção e Alves (2007) para um modelo de escolha de investimentos de firmas. Neste modelo, uma firma representativa pode ser descrita pelo par  $(\theta, z)$  em que  $\theta$  representa, além da habilidade como empreendedor, outras características individuais da firma, e  $z$  representa a riqueza inicial. A firma se defronta com uma oportunidade de investimento de  $k \in \mathbb{R}$ , com custos representados por  $C(\theta, k)$ , onde  $C_k > 0$ ,  $C_{kk} > 0$  e  $C_0 > 0$ . A função lucro é denotada por  $\pi(\theta, k, p)$ , em que  $p$  é o vetor de preços da economia e  $\pi_k > 0$  e  $\pi_{kk} < 0$ . Para simplificação, deve-se considerar  $p$  como um vetor unitário. Conforme visto em Evans e Jovanovic (1989), caso haja ausência ou mesmo

imperfeição no mercado de crédito, resultando em restrição de liquidez às firmas, os recursos destinados para investimentos passam a ser uma função crescente da riqueza inicial das firmas, denotada por  $M(z)$ . Assim, o problema da firma pode ser descrito da seguinte forma:

$$\begin{aligned} & \max_k [\pi(k, \theta, 1)] \\ & s. a C(k, \theta) \leq M(z) \end{aligned} \quad (8)$$

As condições de primeira ordem são dadas por:

$$\pi_k(k^*, \theta) = \lambda^* C_k(k^*, \theta) \quad (9)$$

Note-se que os gradientes das funções objetivo (lucro) e restrição têm de estar alinhados no ponto de maximização, e  $\nabla \pi$  é um múltiplo de  $\nabla C$ . Além disso, é necessário também que valham as condições descritas a seguir:

$$\lambda^* [C(k^*, \theta) - M(z)] = 0 \quad e \quad \lambda^* \geq 0 \quad (10)$$

em que  $\lambda^*$  representa o multiplicador de Lagrange, que pode ser interpretado como retorno marginal da renda e como o quanto a firma investiria a mais, caso a restrição fosse marginalmente relaxada. Por isso, se a restrição de crédito for ativa, isto é, caso o montante de crédito seja racionado e determinado pela riqueza inicial do empreendimento,  $\lambda^*$  será estritamente positivo, valendo a igualdade entre  $C(k^*, \theta)$  e  $M(z)$ . De maneira contrária, com restrição inativa,  $\lambda^* = 0$  indicando que por mais que uma firma possua maior riqueza inicial, como ela não está restrita ao crédito (pois a solução se dará em um ponto interior da restrição), seu investimento permanecerá inalterado. A partir das equações (9) e (10), encontram-se duas possibilidades para decisão de investimento ótimo:

$$k^{I^*}(\theta, z) = f(\theta) \quad \text{se } \lambda^* = 0$$

$$k^{R^*}(\theta, z) = g(\theta, z) \quad \text{se } \lambda^* > 0 \quad (11)$$

em que  $k^{I*}(\theta, z)$  é válida quando a restrição de crédito é inativa, e pode-se alterar a riqueza inicial do empreendimento o quanto se queira, que sua decisão de investimento permanece inalterada e  $k^{R*}(\theta, z)$ , que vale para quando o crédito é restrito, e alterações na riqueza inicial do empreendimento modificam a decisão de investimento da firma.

A função  $f$  é a inversa de  $\pi$  com respeito a  $k$ , avaliada em zero, isto é,

$$f(\theta) = \pi^{-1}(0, \theta) \quad (12)$$

Para diferentes características das firmas ( $\theta$ ) a função lucro é estritamente crescente em  $k$  e, portanto,  $f$  é bem definida. A função  $g$  é definida de forma análoga,

$$g(\theta, z) = C^{-1}(M(z), \theta) \quad (13)$$

É possível notar, como demonstrado, que a riqueza apenas importa na decisão de investimento da firma caso esta se encontre em um ambiente de restrição de crédito. Neste caso, a firma escolhe o maior investimento  $k$  possível, de acordo com o montante de recursos que consegue obter a partir de seu estoque de ativos  $z$ . Diferenciando (11) em relação a  $z$  e já substituindo (9), tem-se

$$\frac{d}{dz} k^*(\theta, z) = \frac{\lambda^*}{\pi_k(k^*(\theta, z), \theta)} \cdot \frac{\partial M(z)}{\partial z} \geq 0 \quad (14)$$

A equação (14) evidencia que, se a restrição de crédito é inativa,  $\lambda^* = 0$ , a riqueza não importa na decisão ótima de investimento da firma. Contrariamente, quanto maior o valor de  $\lambda^*$ , mais as firmas estão restritas ao crédito e maior é o efeito da riqueza inicial nas decisões de investimento.

Por meio da segunda derivada do investimento ótimo em relação à riqueza, verifica-se quão sensível a evolução do capital ótimo é a crescimento da riqueza. Tomando a segunda derivada do capital ótimo em relação ao nível de riqueza, tem-se que:

$$\frac{d^2}{dz^2} k^*(\theta, z) = \frac{\lambda^*}{\pi_k(k^*(\theta, z), \theta)} \left( \frac{\partial^2 M(z)}{\partial z^2} - \frac{\lambda^* \pi_{kk}(k^*(\theta, z), \theta)}{\pi_k^2(k^*(\theta, z), \theta)} \left( \frac{\partial M(z)}{\partial z} \right)^2 \right)$$

Considerando que  $\pi_k > 0$  e  $\pi_{kk} < 0$ , a segunda derivada do nível ótimo de capital será negativa se  $\frac{\partial^2 M(z)}{\partial z^2} < 0$  e a seguinte condição se verifica:

$$\left| \frac{\frac{\partial^2 M(z)}{\partial z^2}}{\left(\frac{\partial M(z)}{\partial Z}\right)^2} \right| > \left| \frac{\lambda^* \cdot \pi_{kk}(k^*(\theta, z), \theta)}{(\pi_k(k^*(\theta, z), \theta))^2} \right|$$

É razoável considerar que a função que relaciona os recursos destinados para investimento com a riqueza inicial da firma é côncava na riqueza. No entanto, a segunda condição é menos intuitiva, pois diz que a sensibilidade da função que relaciona o investimento à riqueza em relação à riqueza tem de ser maior que a sensibilidade da função lucro em relação à restrição orçamentária. Se impusermos estas duas condições, a sensibilidade do investimento ótimo à riqueza é uma função decrescente do nível de riqueza, o que indica que os empreendedores são menos sensíveis a variações da riqueza do que os trabalhadores por conta própria.

No intuito de obter uma forma reduzida para o modelo, faz-se uma aproximação linear do nível ótimo de capital. A seguir, a equação (15) apresenta uma aproximação linear do problema exposto,

$$k^*(\theta_i, z_i) = k^*(\beta' X_i + u_i, z_i) \quad (15)$$

A equação (15) mostra que o investimento ótimo  $k^*$  pode ser definido como uma função linear de características dos empreendimentos ( $X_i$  e  $u_i$ ) e do seu estoque de riqueza inicial ( $z_i$ ).

#### 4 ESTRATÉGIA EMPÍRICA E BASE DE DADOS

A partir da aproximação linear apresentada na equação (15), define-se o seguinte modelo empírico para decisão de investimento:

$$k^* = \delta z_i + \beta' X_i + \varepsilon_i \quad (16)$$

em que  $X$  representa o vetor de variáveis de controle, e o vetor de coeficientes  $\beta$  denota a sensibilidade do investimento ótimo diante de variações nas variáveis que compõem  $X$ .

O modelo referido será estimado por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), e o parâmetro  $\delta$  representa qual a importância da riqueza inicial para firmas informais brasileiras em suas decisões de investimentos e, em última instância, se as firmas estão restritas ao crédito. Se  $\delta > 0$  indica que, de fato, há presença de restrição de crédito e, caso contrário, se  $\delta = 0$ , a restrição de crédito não se verifica.

Entretanto, faz-se necessário alguma discussão sobre as hipóteses de identificação do parâmetro de interesse, isto é, tem que se pensar na possibilidade de que a riqueza não satisfaça a condição de exogeneidade, ou seja,  $cov(z, \varepsilon) \neq 0$ . Neste caso, os parâmetros estimados reportam estimativas inconsistentes. A principal justificativa para esta fonte de endogeneidade é uma possível correlação positiva entre as características não observáveis dos empreendimentos ( $\theta$ ) e sua riqueza inicial ( $z$ ). Pode ocorrer, por exemplo, que alguns indivíduos, já conhecendo suas características individuais, poupem mais no início do ciclo de vida para se tornarem empreendedores e investirem mais em um dado momento. Outra possibilidade é uma menor aversão ao risco de proprietários de firmas mais ricas, o que tenderia a fazer com que estes realizassem investimentos com maior frequência.

Para mitigar o problema, a solução encontrada é utilizar a mesma estratégia proposta por Evans e Jovanovic (1989) e Assunção e Alves (2007), que, para amenizar a endogeneidade entre a riqueza e a decisão de escolha ocupacional, optaram por considerar apenas a riqueza de indivíduos jovens.

A hipótese assumida é extraída de Ando (1985), que evidencia que, para empreendimentos já estabelecidos no mercado, a probabilidade de obtenção de crédito é crescente no tempo de experiência que o negócio possui no mercado, no tamanho da firma e em seu histórico de crédito. Entretanto, estes fatores perdem importância dentre os novos empreendimentos, já que não possuem experiência prévia e nem histórico de crédito. Sendo assim, para esses empreendimentos, grande parcela da riqueza é composta pela riqueza inicial, que independe de qual escolha ocupacional foi tomada. Portanto, se tal hipótese é válida, há uma causalidade entre a riqueza inicial e a escolha ocupacional, e tal causalidade não se verifica no sentido contrário.

A delimitação de um empreendimento jovem pode ser encontrada em Evans (1987a) e Evans (1987b), que, para examinar a relação entre tamanho e idade da firma e sua taxa de crescimento, classificam como jovem empreendimento aqueles com existência de até seis anos no mercado. Neri (2005) tece comentários gerais sobre os dados da pesquisa IBGE (2003). O autor utiliza o percentual de empresários informais com mais de cinco anos à frente de empreendimentos para caracterizar a longevidade destes empreendedores no setor, o que também permite classificar como jovens empreendimentos aqueles com até cinco anos de existência.

A adaptação ao tema aqui proposto se faz com a suposição de que empreendimentos com menos de cinco anos de atuação no mercado não têm o resultado dos investimentos recém-realizados tão fortemente incorporados à riqueza, o que faz com que seu determinante seja a riqueza inicial, anterior à existência da firma e, portanto, exógena.

Sob esta hipótese, a causalidade é unidirecional no sentido de a riqueza inicial determinar os investimentos realizados.

Assim, o problema passa a ser identificado, e torna-se possível, a partir da equação especificada em (15), analisar a importância da riqueza inicial nas decisões de investimento e, portanto, inferir se o setor informal da economia brasileira se encontrava sob a restrição de crédito.

#### 4.1 Descrição da base de dados

A ECINF ocorreu inicialmente, em nível nacional, no ano de 1997, sendo repetida em 2003. Seus objetivos principais são: identificar as atividades econômicas desenvolvidas em unidades produtivas, que deixam de ser captadas ou o são apenas parcialmente pelas fontes estatísticas disponíveis; ampliar o leque de informações do Sistema Consolidado das Contas Nacionais; e dimensionar o peso do setor informal no sentido de geração de oportunidade de trabalho e renda e combate à pobreza (IBGE, 2003).

Neste trabalho, serão utilizados os dados de IBGE (2003). Portanto, vale ressaltar que, apesar de não haver um consenso mundial acerca do que é o setor informal de uma economia, o IBGE considerou as recomendações da 15ª Conferência de Estatísticas do Trabalho, promovida pela Organização Internacional do Trabalho (OIT) em janeiro de 1993, na qual se estabeleceu que o setor informal é composto por empreendimentos com produção em baixa escala e baixo nível de organização, cujo objetivo principal é a geração de trabalho e renda, independentemente da existência ou não de registro do estabelecimento ou de funcionários e de se a atividade da firma é exercida de maneira ininterrupta ou sazonalmente, ao longo do ano.

No âmbito da coleta dos dados, o recorte foi aprofundado, e definiram-se como setor informal todas as unidades econômicas de propriedade de trabalhadores por conta própria e de empregadores com até cinco empregados, moradores de áreas urbanas, sejam elas a atividade principal de seus proprietários ou atividades secundárias. Foram excluídos empreendimentos que se dedicavam a atividades agrícolas.

Os dados constantes da amostra foram obtidos a partir de uma pesquisa domiciliar com o seguinte desenho amostral: as unidades primárias (setores urbanos) foram estratificadas e selecionadas com probabilidade proporcional ao número de domicílios participantes do Censo Demográfico 2000. As unidades secundárias

(domicílios) foram estratificadas por grupos de atividades econômicas a que pertenciam seus proprietários e selecionadas com igual probabilidade (IBGE, 2003). É importante enfatizar que todas as estatísticas descritivas e estimações apresentadas levam em consideração este desenho amostral da ECINF, sendo os resultados representativos para a população de pequenos empreendimentos urbanos no Brasil, com erros-padrão corrigidos para a quebra de independência entre as observações decorrentes da estratificação da amostra.

A pesquisa abrangeu todos os domicílios situados em áreas urbanas do Brasil e as informações sobre características dos domicílios e de seus moradores e das unidades produtivas, tendo como referência o mês de outubro de 2003. Para variáveis relativas a créditos e financiamentos, o intervalo de referência é de agosto a outubro daquele ano.

As informações obtidas foram divididas em: *i*) características do domicílio e de seus moradores; *ii*) características da unidade econômica e de seus proprietários; e *iii*) acesso do proprietário dos empreendimentos a diversos serviços, sejam eles financeiros ou não.

Os dados que compõem a pesquisa IBGE 2003 são referentes a 48.813 pequenos empreendimentos.

#### **4.2 Caracterização do setor informal pela ECINF**

O setor informal, na visão do IBGE, compreende as pequenas unidades produtivas, nas quais o empregador, proprietário dos meios de produção, não se dissocia do processo produtivo. Além disso, a produção é realizada em pequena escala, baixo nível de organização e quase inexistência de separação entre capital e trabalho como fatores de produção. Sua composição é formada por empregadores de até cinco empregados na unidade produtiva, além de trabalhadores por conta própria. A grande maioria dos empreendimentos é composta por estes últimos, que representam aproximadamente 88% dos negócios, enquanto os empregadores participam com 12% do total.

A tabela 1 apresenta uma caracterização dos proprietários dos empreendimentos por posição na ocupação.

Pode-se verificar que, em sua maioria, os empreendimentos informais pertencem a homens que se declaram como brancos, e este perfil é maior proporcionalmente dentre os empregadores.

Quanto à idade dos proprietários, há maior concentração de novos proprietários como empregadores. O gráfico 2 apresenta um histograma de idade do proprietário para os dois tipos de empreendimentos e indica uma distribuição mais densa à esquerda de 40 anos para empregadores, quando comparados aos por conta própria.

TABELA 1

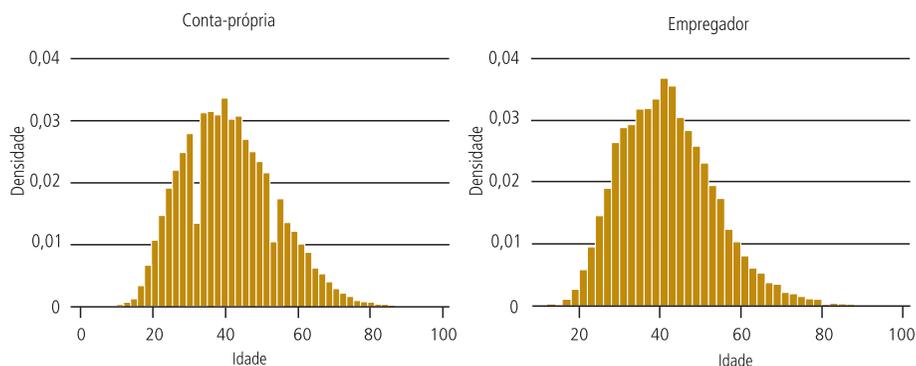
**Características do proprietário do empreendimento**

|             | Conta-própria | Empregador | valor-p |
|-------------|---------------|------------|---------|
| <b>Sexo</b> |               |            |         |
| Homens      | 65,83         | 72,39      | 0,000   |
| Mulheres    | 34,17         | 27,61      | 0,000   |
| <b>Raça</b> |               |            |         |
| Branco      | 51,31         | 63,69      | 0,000   |
| Negro       | 6,22          | 3,39       | 0,000   |
| Amarelo     | 0,70          | 1,51       | 0,002   |
| Pardo       | 41,53         | 31,25      | 0,000   |

Fonte: Pesquisa ECINF 2003.  
Elaboração dos autores.

Obs.: Todos os valores pertencentes ao corpo da tabela estão definidos como valores percentuais. A última coluna apresenta o valor-p para um teste de igualdade entre as proporções.

GRÁFICO 2

**Histograma de idade do proprietário do empreendimento**

Fonte: Pesquisa ECINF 2003.  
Elaboração dos autores.

No que diz respeito ao setor de atividade a que os empreendimentos pertencem, apesar de haver diferença significativa quanto às proporções dos empreendimentos em alguns ramos de atividade, verifica-se tanto para os conta-própria quanto para os empregadores, que a ampla maioria deles se situa no setor de comércio e reparação, seguido pela construção civil e pela indústria extrativa e de transformação, respectivamente (tabela 2).

Diversos são os motivos que levaram os empreendedores a iniciar uma firma no setor informal. Dentre os conta-própria, destaca-se a ausência de emprego seguido por complemento da renda familiar. Já para os empregadores, o principal motivo para se dedicar ao empreendimento é o desejo de ser independente, além da falta de emprego e da experiência adquirida em outro trabalho, com importante participação daqueles que seguem a tradição familiar. Por esta razão, há evidências

de que a escolha ocupacional dos empreendedores é realizada de maneira menos forçada do que para os conta-própria, em que a abertura do empreendimento parece ser uma fuga para a ausência de possibilidade de se tornar empregado. Estes aspectos são reportados na tabela 3.

TABELA 2

**Empreendimentos por setor de atividade e posição na ocupação do proprietário**

|   | Conta-própria | Empregador | valor-p |
|---|---------------|------------|---------|
| Indústria de transformação e extrativa                  | 11,13         | 10,47      | 0,421   |
| Construção civil  | 19,91         | 12,76      | 0,000   |
| Comércio e reparação                                    | 35,53         | 42,86      | 0,000   |
| Serviço de alojamento e alimentação                     | 5,73          | 6,38       | 0,177   |
| Transporte, armazenagem e comunicações                  | 8,71          | 4,99       | 0,000   |
| Imobiliárias, aluguéis e serviços prestados às empresas | 4,81          | 7,71       | 0,000   |
| Educação, saúde e serviços sociais                      | 2,87          | 7,25       | 0,000   |
| Outros serviços coletivos, sociais e pessoais           | 8,71          | 5,97       | 0,000   |
| Outras atividades                                       | 2,55          | 1,57       | 0,000   |

Fonte: Pesquisa ECINF 2003.  
Elaboração dos autores.

Obs.: Todos os valores pertencentes ao corpo da tabela estão definidos como valores percentuais e incorporam o desenho amostral da ECINF. A última coluna apresenta o valor-p para um teste de igualdade entre as proporções.

TABELA 3

**Principal motivo que levou o proprietário a se dedicar ao negócio**

|  | Conta-própria | Empregador | valor-p |
|--|---------------|------------|---------|
| Não encontrou emprego                                    | 32,90         | 15,56      | 0,000   |
| Oportunidade de fazer sociedade                          | 0,66          | 4,26       | 0,000   |
| Horário flexível   | 2,00          | 1,10       | 0,001   |
| Desejo de ser independente                               | 15,50         | 24,12      | 0,0000  |
| Tradição familiar  | 7,64          | 12,24      | 0,000   |
| Para complementar a renda familiar                       | 18,77         | 8,31       | 0,000   |
| Experiência adquirida em outro trabalho                  | 7,79          | 13,54      | 0,000   |
| Achava o negócio vantajoso                               | 6,90          | 11,11      | 0,000   |
| Trabalho inicialmente secundário que se tornou principal | 1,96          | 2,95       | 0,023   |
| Outro  | 5,66          | 6,42       | 0,186   |

Fonte: Pesquisa ECINF 2003.  
Elaboração dos autores.

Obs.: Todos os valores pertencentes ao corpo da tabela estão definidos como valores percentuais e incorporam o desenho amostral da ECINF. A última coluna apresenta o valor-p para um teste de igualdade entre as proporções.

Quanto à formalização jurídica e à participação em sindicatos ou órgãos de classe do empreendimento, verifica-se uma diferença significativa entre os tipos de empreendimentos. Enquanto apenas 8,20% dos conta-própria são formalizados, aproximadamente 48% dos empregadores possuem registro jurídico. Além disso, 28,68% dos empregadores são sindicalizados ou participam de órgãos de classe contra apenas 8,68% dos conta-própria.

Os resultados dos empreendimentos são também diferentes entre os conta-própria e os empregadores. A tabela 4 apresenta dados de receita, despesa e lucro da unidade econômica em salários mínimos (SMs) de 2003.<sup>5</sup>

TABELA 4

**Resultados financeiros dos empreendimentos**

|               | Conta-própria | Empregador | valor-p |
|---------------|---------------|------------|---------|
| Receita média | 4,93          | 28,24      | 0,000   |
| Despesa média | 2,94          | 20,60      | 0,000   |
| Lucro médio   | 1,99          | 7,64       | 0,000   |

Fonte: Pesquisa ECINF 2003.

Elaboração dos autores.

Nota: As estatísticas incorporam o desenho amostral da ECINF.

Fica claro o diferencial entre os empreendimentos quando se compara tanto o volume de movimentação financeira quanto a lucratividade. Novamente, as firmas compostas por até cinco empregados apresentam maiores receita e despesa média e um lucro médio aproximadamente quatro vezes maior do que o lucro médio obtido pelos conta-própria. Neste sentido, justifica-se analisar quais as principais dificuldades enfrentadas por cada tipo de empreendimento.

Inicialmente, é importante destacar que cada empreendimento pode responder a mais de uma alternativa, desde que julgue que mais de uma tenha se apresentado como uma das principais dificuldades enfrentadas pela firma.

De acordo com dados da tabela 5, os empregadores por conta própria apontam a falta de clientes como um empecilho para o desenvolvimento do seu negócio (60% dos entrevistados reportaram esta como uma das principais dificuldades). Já para os empregadores, a ampla concorrência se configura como a dificuldade com maior frequência de ocorrência.

No que diz respeito à falta de crédito, grande parte dos empregadores a reportam como uma das principais dificuldades, quando comparados aos conta-própria. Esta informação se faz importante no sentido de que aqueles que buscam com maior frequência o crédito são os que sentem sua falta de maneira mais evidente. Ainda assim, os empregadores apresentam uma pequena probabilidade de obtenção de crédito, uma vez que, dentre eles, 13,75% dizem ter utilizado crédito, empréstimo ou financiamento nos três meses anteriores à pesquisa, enquanto apenas 5,15% dos conta-própria utilizaram-no.

Ainda referente ao crédito utilizado pelos empreendimentos, a tabela 6 aponta para uma utilização maior de crédito formal por parte dos empregadores *vis-à-vis* os conta-própria.

5. O SM em vigor no Brasil em 2003 era de R\$ 240,00.

TABELA 5

**Principais dificuldades enfrentadas pelos empreendimentos**

|   | Conta-própria | Empregador | valor-p |
|---|---------------|------------|---------|
| Não teve dificuldade                      | 16,12         | 16,15      | 0,973   |
| Falta de clientes                         | 59,35         | 47,62      | 0,000   |
| Falta de crédito                          | 15,88         | 18,60      | 0,003   |
| Baixo lucro                               | 40,85         | 42,65      | 0,161   |
| Abastecimento de água ou energia elétrica | 0,94          | 2,65       | 0,003   |
| Fiscalização e/ou regularização           | 2,02          | 2,98       | 0,005   |
| Falta de mão de obra qualificada          | 1,61          | 8,14       | 0,000   |
| Escassez ou má qualidade de matéria-prima | 1,53          | 2,72       | 0,003   |
| Rotatividade de mão de obra               | 0,31          | 2,00       | 0,000   |
| Concorrência muito grande                 | 52,71         | 57,72      | 0,000   |
| Falta de instalações adequadas            | 10,39         | 9,25       | 0,118   |
| Falta de capital próprio                  | 30,73         | 34,73      | 0,001   |
| Necessidade de treinamento gerencial      | 2,51          | 5,01       | 0,000   |
| Outras                                    | 9,34          | 9,05       | 0,673   |

Fonte: Pesquisa ECINF 2003.  
Elaboração dos autores.

Obs.: Todos os valores pertencentes ao corpo da tabela estão definidos como valores percentuais. As estatísticas pontuais e testes incorporam o desenho amostral da ECINF. A última coluna apresenta o valor-p para um teste de igualdade entre as proporções.

TABELA 6

**Perfil de origem do crédito, empréstimo ou financiamento tomado**

|                             | Conta-própria | Empregador | valor-p |
|-----------------------------|---------------|------------|---------|
| Com amigos e parentes       | 17,90         | 9,36       | 0,000   |
| Bancos públicos ou privados | 52,79         | 72,90      | 0,000   |
| Com o próprio fornecedor    | 17,80         | 8,92       | 0,000   |
| Outras empresas ou pessoas  | 8,21          | 6,43       | 0,328   |
| Outra                       | 1,70          | 1,43       | 0,732   |

Fonte: Pesquisa ECINF 2003.  
Elaboração dos autores.

Obs.: Todos os valores pertencentes ao corpo da tabela estão definidos como valores percentuais. A última coluna apresenta o valor-p para um teste de igualdade entre as proporções. As estatísticas pontuais e testes incorporam o desenho amostral da ECINF.

Há evidências de que empreendimentos caracterizados como empregadores são os que, em média, acessam com maior frequência o mercado de crédito formal. Para os conta-própria, o acesso ao crédito é, comparativamente, maior no mercado informal, com elevada participação do crédito proveniente de amigos, parentes e do próprio fornecedor.

A destinação dada ao crédito obtido é apresentada na tabela 7.

Notadamente, há maior utilização do crédito, empréstimo ou financiamento para compra de matéria-prima ou mercadoria, sendo a maior utilização para este fim por parte dos conta-própria. Além disso, talvez pela simplicidade de organização, ou mesmo por menor acesso a crédito formal, a utilização de crédito para compra de máquinas e equipamentos se dá em menor medida para estes.

TABELA 7

**Principal utilização do crédito ou financiamento obtido**

|   | Conta-própria | Empregador | valor-p |
|---|---------------|------------|---------|
| Compra de imóveis                       | 0,77          | 1,69       | 0,159   |
| Compra de máquinas e equipamentos       | 9,66          | 17,83      | 0,002   |
| Compra de veículos                      | 10,10         | 9,46       | 0,769   |
| Compra de matéria-prima e/ou mercadoria | 46,12         | 34,86      | 0,001   |
| Salda compromissos da atividade         | 23,45         | 28,18      | 0,166   |
| Outra                                   | 8,06          | 6,71       | 0,348   |

Fonte: Pesquisa ECINF 2003.  
Elaboração dos autores.

Obs.: Todos os valores pertencentes ao corpo da tabela estão definidos como valores percentuais. A última coluna apresenta o valor-p para um teste de igualdade entre as proporções. As estatísticas pontuais e testes incorporam o desenho amostral da ECINF.

No que se refere a investimentos em capital físico, verifica-se que uma proporção maior de empregadores realiza a aquisição de máquinas e equipamentos comparativamente à categoria conta-própria. Quanto aos investimentos em capital humano, pode-se observar que, para os dois tipos de empreendimentos, a realização de curso de formação figura entre os principais investimentos realizados, apesar de a informatização apresentar a maior frequência de investimentos entre os empregadores, conforme apresentado na tabela 8.

TABELA 8

**Realização de investimentos como proporção de empreendimentos**

|   | Conta-própria | Empregador | valor-p |
|---|---------------|------------|---------|
| Investimento em máquinas e equipamentos | 20,10         | 35,24      | 0,000   |
| Curso de formação                       | 18,56         | 29,44      | 0,000   |
| Apoio à comercialização                 | 2,56          | 5,05       | 0,000   |
| Capacitação em gestão                   | 5,18          | 11,20      | 0,000   |
| Informática                             | 9,03          | 29,97      | 0,000   |
| Assistência técnica                     | 1,64          | 6,39       | 0,000   |
| Assistência jurídica                    | 0,59          | 2,69       | 0,000   |
| Assistência contábil                    | 0,89          | 6,62       | 0,000   |

Fonte: Pesquisa ECINF 2003.  
Elaboração dos autores.

Obs.: Todos os valores pertencentes ao corpo da tabela estão definidos como valores percentuais. A última coluna apresenta o valor-p para um teste de igualdade entre as proporções. As estatísticas pontuais e testes incorporam o desenho amostral da ECINF.

Verifica-se também que, para todos os itens da tabela 8, há uma realização maior de investimentos para os empregadores, seja pela maior complexidade das atividades, seja por melhores oportunidades, maior acesso a crédito ou mesmo por níveis de riqueza mais elevados, quando comparados aos conta-própria.

A tabela 9 destaca a relação entre investimentos realizados pelos empreendimentos e necessidade de financiamento ou realização de empréstimo, por posição na ocupação do proprietário. Verifica-se que os empregadores são os que financiam

a maior parte dos investimentos realizados, tanto em capital físico como em capital humano, o que pode estar refletindo o seu maior volume de investimento e maior acesso ao crédito.

TABELA 9

**Proporção de empreendimentos que realizaram investimento e necessitaram financiá-lo ou recorrer a empréstimos<sup>1</sup>**

|                                      | Conta-própria | Empregador | valor-p |
|--------------------------------------|---------------|------------|---------|
| Máquinas e Equipamentos <sup>2</sup> | 12,75         | 16,55      | 0,000   |
| Curso de formação                    | 67,96         | 69,29      | 0,582   |
| Apoio à comercialização              | 34,16         | 54,03      | 0,000   |
| Capacitação em gestão                | 46,30         | 59,18      | 0,001   |
| Assistência técnica                  | 58,02         | 71,01      | 0,022   |
| Assistência jurídica                 | 70,08         | 86,57      | 0,006   |
| Assistência contábil                 | 72,16         | 96,89      | 0,000   |

Fonte: Pesquisa ECINF 2003.  
Elaboração dos autores.

Notas: <sup>1</sup> Todos os investimentos em informática considerados tiveram necessidade de financiamento.

<sup>2</sup> No caso de investimentos em máquinas e equipamentos, a informação se refere à origem dos recursos: empréstimos bancários ou outros empréstimos.

Obs.: Todos os valores pertencentes ao corpo da tabela estão definidos como valores percentuais. A última coluna apresenta o valor-p para um teste de igualdade entre as proporções. As estatísticas pontuais e testes incorporam o desenho amostral da ECINF.

Para sumarizar importantes características das firmas do setor informal brasileiro, verifica-se que a maioria delas é formada por homens, trabalhadores por conta própria e brancos. Contudo, há uma proporção maior de proprietários brancos entre os empregadores. A distribuição de idade dos proprietários é levemente assimétrica à esquerda dos 40 anos, indicando que a maioria dos empreendimentos pertence a jovens. O setor de atividade preponderante é o de comércio e reparação. A causa principal para a criação de um empreendimento informal é: para os conta-própria, a dificuldade de obtenção de emprego; para os empregadores, o desejo de ser independentes. Os empregadores possuem um lucro mais elevado do que os conta-própria, embora estes últimos reportem, com frequência, menores dificuldades ao desenvolvimento do negócio. A falta de crédito não é apontada como dificuldade por sequer 20% dos empreendimentos, ainda que os empregadores pareçam senti-la com maior intensidade. Verifica-se, porém, que a probabilidade de uma firma empregadora acessar crédito parece ser maior do que um conta-própria, e, em média, o acesso ao crédito formal é maior entre os empregadores, ao passo que o crédito informal é acessado mais frequentemente pelos conta-própria. Observa-se também que a principal destinação do crédito obtido é a compra de matéria-prima e mercadorias. Por último, constata-se que grande parte dos investimentos realizados pelos empreendimentos é em curso de formação, e que para todos os investimentos realizados há, em média, maior frequência de realização por parte dos empregadores.

Apesar de menos de 20% dos empreendimentos reportarem a falta de crédito como principal dificuldade para o andamento do negócio, considera-se que restrições no mercado de crédito podem ser importantes impeditivos para o desenvolvimento dos negócios no setor informal.

Este número pode estar justamente relacionado ao fato de que a falta de legalização de muitas destas atividades, associada a restrições no mercado de crédito, leva o empreendedor a ter tão pouco acesso ao crédito formal, que ele não pensa nisso como um mecanismo viável para o desenvolvimento do negócio.

### 4.3 A riqueza e a probabilidade de obtenção de crédito

Conforme observado na equação (16), para estimação do modelo, há necessidade de informações sobre a riqueza dos empreendimentos. Entretanto, não há uma variável diretamente observável referente a esta informação. Desta forma, o próximo passo será a reunião de informações observadas que, quando combinadas, possam ser utilizadas como *proxy* para riqueza.

A utilização da metodologia de análise de componentes principais é bastante útil nessa etapa, uma vez que se propõe a explicar a estrutura de variância-covariância de um conjunto de variáveis por meio de combinações lineares das mesmas (Johnson e Wichern, 2002). A partir deste procedimento, os vetores iniciais tornam-se redundantes, podendo ser substituídos em análises pelos próprios componentes gerados. Destes, alguns podem carregar grande parcela das informações originais, fazendo com que se possa reduzir a dimensão do conjunto ou o número de variáveis sem que haja perda significativa das informações de variância-covariância.

Com o intuito de testar se a riqueza tem alguma importância no acesso a projetos de investimentos, seja por via colateral para o crédito tomado junto ao mercado, seja para autofinanciamento, a utilização de componentes principais permitiu a criação de um único vetor *proxy* para a riqueza do empreendimento, que compila informações sobre a variância das variáveis a seguir.

- 1) Valor total dos equipamentos e instalações usados no empreendimento: variável contínua que informa o valor total das instalações e equipamentos utilizados no empreendimento que são de propriedade do empreendedor.
- 2) Valor dos rendimentos do proprietário do empreendimento proveniente de aluguel: variável contínua referente ao valor da renda do proprietário proveniente de aluguel. Àqueles proprietários que não possuíam renda de aluguel foi atribuído valor zero. Esta variável foi incluída na análise de componentes principais como uma *proxy* para ativo imobilizado.
- 3) Principal origem de recursos para iniciar o empreendimento: variável *dummy* igual a um se a origem de recursos para iniciar o empreendimento

tiver sido recursos próprios e zero, caso contrário. Entre as categorias de recursos próprios, foram incluídos recursos advindos de herança, indenização, poupança e venda de bens e imóveis.

As variáveis incluídas no componente principal representam a riqueza que o empreendedor possui no momento da tomada de suas decisões de investimento. Cabe destacar que houve o cuidado de não incluir, na formação dos componentes principais, variáveis que fossem endógenas à tomada de decisão relativa à escolha de investimento, para não enviesar os resultados das regressões apresentados mais adiante.

Ressalte-se ainda que, para que seja assegurada a estratégia de identificação do exercício empírico, serão levados em consideração apenas os empreendimentos caracterizados como firmas jovens, com menos de cinco anos de funcionamento, ou seja, 17.276 observações referentes a empreendimentos por conta própria e 2.776 referentes a empregadores.<sup>6</sup>

Consta na literatura acerca do racionamento de crédito que, ao longo da distribuição de riqueza, os indivíduos da cauda inferior trabalham para subsistência. Depois, à medida que a riqueza cresce, os trabalhadores se ocupam respectivamente com trabalho assalariado, trabalho por conta própria e, por último, como empregadores (Galor e Zeira, 1993; Banerjee e Newman, 1993; Holtz-Eakin, Joulfaian e Rosen, 1994).

Como a análise se dará de forma separada para empreendimentos caracterizados por proprietários que trabalham por conta própria e por empregadores de até cinco empregados, o gráfico 3 evidencia a relação descrita acima, de que para todos os decis da distribuição de riqueza os empregadores são comparativamente mais ricos do que os conta-própria.

No que diz respeito ao acesso a crédito, verifica-se que, para ambos os tipos de empreendimentos, há uma correlação positiva entre a riqueza e a probabilidade de obtenção de crédito.<sup>7</sup>

O gráfico 4 apresenta apenas uma análise de correlação entre riqueza e probabilidade de acesso ao mercado de crédito. Entretanto, há impossibilidade de inferência causal entre as duas variáveis, uma vez que a simultaneidade na relação parece ser uma suposição possível. A direção a ser testada no trabalho aponta para o fato de empreendimentos com maior posse de ativos iniciais serem aqueles que têm maior probabilidade de obtenção de crédito, de acordo com o que foi visto na

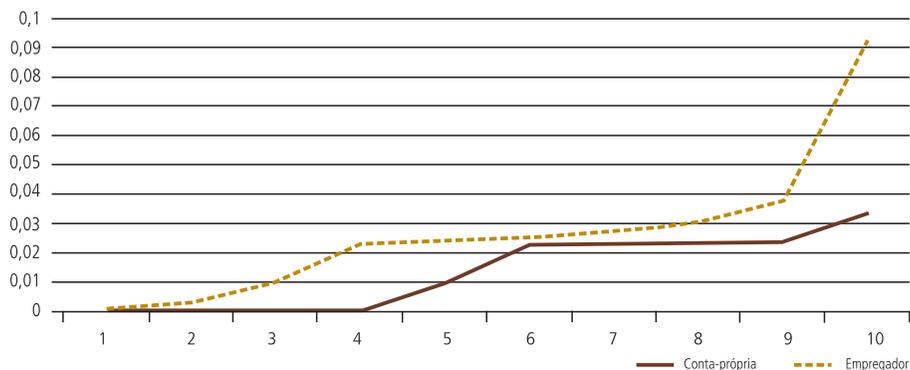
6. A tabela com o resultado da análise de componentes principais para as firmas com até cinco anos de funcionamento se encontra na tabela A1 do apêndice A.

7. Os gráficos 3, 4, 5 (A, B, C e D) e 6 (A, B e C) foram elaborados por meio da junção de médias suavizadas obtidas por uma regressão não paramétrica.

seção 2. Apesar disso, é também possível imaginar que a riqueza dos empreendimentos não seja independente do fato de este já ter obtido crédito em algum momento.

GRÁFICO 3

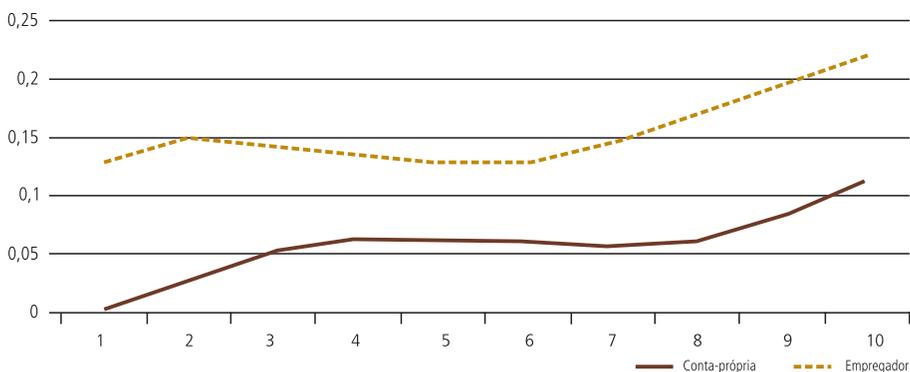
### Riqueza média do empreendimento por decil – firmas jovens



Fonte: Pesquisa ECINF 2003.  
Elaboração dos autores.

GRÁFICO 4

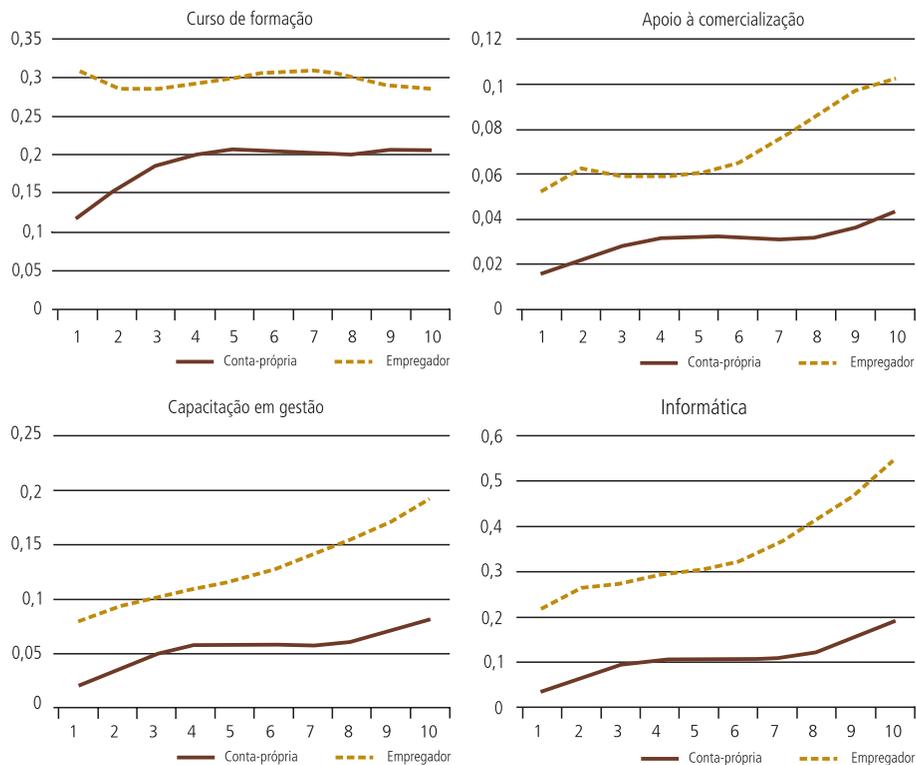
### Decis de riqueza e probabilidade de obtenção de crédito – firmas jovens



Fonte: Pesquisa ECINF 2003.  
Elaboração dos autores.

Como a estratégia adotada é verificar o racionamento de crédito de maneira indireta, observando a importância da riqueza na determinação dos investimentos da firma, o gráfico 3 apresenta a probabilidade de obtenção de crédito por decil de riqueza. Os gráficos 5 (A, B, C e D) e 6 (A, B e C) complementam a análise, apresentando a relação entre os decis de riqueza e a proporção de firmas que realizam investimentos em curso de formação, apoio à comercialização, capacitação em gestão, informática e assistências técnica, jurídica e contábil.

GRÁFICO 5  
**Probabilidade de investimento em capacitações por decil de riqueza – firmas jovens**

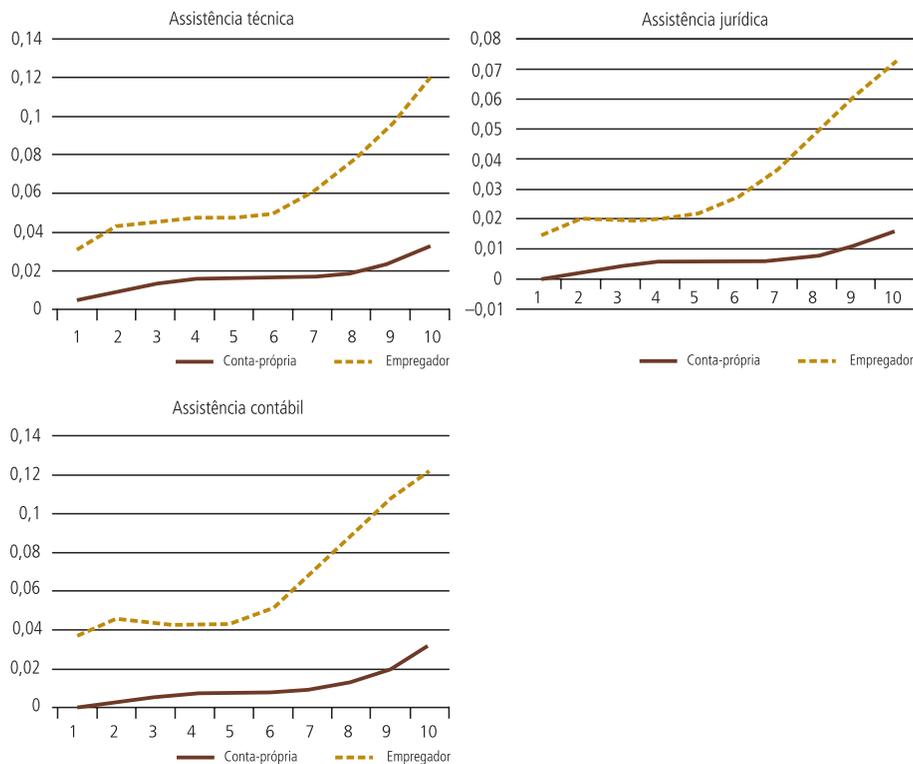


Fonte: Pesquisa ECINF 2003.  
 Elaboração dos autores.

Em muitos casos, a probabilidade de que a firma realize os investimentos elencados tem uma relação crescente e monótona com a riqueza do empreendimento. Considerando a validade da hipótese de que a riqueza influencia o investimento do empreendimento via mercado de crédito, os gráficos 5 (A, B, C e D) e 6 (A, B e C) apresentam indícios de que grande parte dos investimentos apresenta a mesma relação com a riqueza que o acesso a crédito.

GRÁFICO 6

## Probabilidade de investimento em assistências por decil de riqueza – firmas jovens



Fonte: Pesquisa ECINF 2003.  
Elaboração dos autores.

## 5 RESULTADOS

Nesta seção, são apresentados os resultados da análise empírica da relação entre riqueza e escolhas de investimentos das firmas informais. Conforme observado pelo modelo empírico, caso a resposta seja positiva, pode-se inferir que houve racionamento de crédito.

O modelo populacional é um modelo linear que relaciona se a firma recebeu crédito, ou não, a características do empreendimento ( $X$ ) e a sua riqueza ( $z$ ):

$$k_i^* = \delta z_i + \beta' X_i + u_i \quad (17)$$

O que se propõe é a estimação do modelo linear anterior (17) pelo método MQO,<sup>8</sup> em que a variável dependente discreta  $k$  é igual a um, se a firma realizou determinado tipo de investimento, e zero, no caso contrário;  $z$  é a riqueza inicial dos empreendimentos, construída pela análise de componentes principais apresentada na seção 3;  $X$  é o vetor de características observadas dos empreendimentos – se possui constituição jurídica, se é afiliado a sindicato ou órgão de classe, se funciona em região metropolitana (RM) e qual o setor da economia em que o empreendimento atua – e de seus proprietários (sexo, raça e se nasceu no município do empreendimento).<sup>9</sup>

A tabela 10 apresenta os resultados para o nosso modelo original que é linear na variável riqueza. Na coluna (1) desta tabela, apresentam-se os resultados nos quais os modelos para conta-própria e para empregador se diferenciam somente quanto ao intercepto do modelo. Na coluna (2), inclui-se a variável de interação entre a variável binária que representa empregador e riqueza.

Analisando os resultados da segunda coluna, verifica-se inicialmente que, quando se considera toda a amostra, a maioria das decisões de investimento é afetada pela riqueza. No entanto, para contornar o problema de endogeneidade da variável riqueza, usam-se os empreendimentos com até cinco anos de funcionamento. A segunda parte da tabela apresenta os resultados para estes empreendimentos. Os resultados indicam um efeito riqueza positivo para a maioria dos investimentos. Além disso, o empregador geralmente tem um nível de investimento maior que o conta-própria para um nível de riqueza igual a zero. No que refere ao investimento em capital físico, o efeito da riqueza na decisão de investimento é bem diferente entre conta-própria e empregador. Neste caso, os empregadores têm uma menor dependência da riqueza que os conta-própria. Este resultado é o previsto pelo modelo teórico, dado que o empregador apresenta um nível de riqueza maior que o empregador por conta própria.

As evidências apontadas por Ando (1985), de que aqueles empreendimentos já estabelecidos no mercado possuem como determinantes do crédito o tempo de experiência no mercado, o histórico de crédito e o tamanho da firma, podem apresentar uma causalidade reversa entre crédito e riqueza, o que causaria um viés positivo (superestimaria o efeito da riqueza na probabilidade de obtenção de crédito). Este comportamento é verificado quando os resultados das duas amostras são comparados. Na sua maioria, os efeitos obtidos, usando-se a amostra como um todo, são maiores ou iguais aos efeitos obtidos quando se usa a subamostra de firmas jovens.

8. Além do modelo de probabilidade, usa-se também o modelo *probit*. Como os resultados dos dois modelos apresentam a mesma direção, optou-se por apresentar os resultados do modelo linear.

9. No apêndice B, apresenta-se uma tabela que sumariza as estatísticas descritivas das variáveis explicativas para o modelo das firmas com até cinco anos de funcionamento. Vale ressaltar que, para as variáveis binárias, as médias reportadas representam também o percentual da amostra para os quais as variáveis assumem valor um.

TABELA 10  
**Efeito da riqueza sobre a decisão de investimento por posição na ocupação do proprietário – modelo linear**

|                        | Curso de formação               |                    | Capacidade de gestão |                     | Informática            |                     | Apoio à comercialização |                      | Assistência técnica   |                      | Assistência jurídica   |                    | Assistência contábil   |                    | Capital físico       |                      |                      |                     |
|------------------------|---------------------------------|--------------------|----------------------|---------------------|------------------------|---------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
|                        | (1)                             | (2)                | (1)                  | (2)                 | (1)                    | (2)                 | (1)                     | (2)                  | (1)                   | (2)                  | (1)                    | (2)                | (1)                    | (2)                | (1)                  | (2)                  |                      |                     |
|                        | Amostra inteira                 |                    |                      |                     |                        |                     |                         |                      |                       |                      |                        |                    |                        |                    |                      |                      |                      |                     |
| Riqueza                | 0.757***<br>(0.216)             | 0                  | 0.592***<br>(0.185)  | 0                   | 0.892***<br>(0.205)    | 0                   | 0.00266<br>(0.0769)     | 0                    | 0.306***<br>(0.103)   | 0                    | 0.358***<br>(0.129)    | 0                  | 0.124<br>(0.0958)      | 0                  | 7.713***<br>(2.180)  | 0                    | -23.44<br>(2.180)    |                     |
| Empregador             | 0.0501***<br>(0.0131)           | 0                  | 0.00470<br>(0.00940) | 0                   | 0.0697***<br>(0.00934) | 0                   | 0.00873*<br>(0.00525)   | 0                    | 0.0160**<br>(0.00647) | 0                    | 0.00209<br>(0.00318)   | 0                  | 0.0220***<br>(0.00554) | 0                  | 0.809***<br>(0.0676) | 0                    | 2.373***<br>(0.0676) |                     |
| Riqueza*<br>empregador | 0.260<br>(0.260)                | 0                  | 0.0301<br>(0.0301)   | 0                   | 0.0473<br>(0.0473)     | 0                   | 0.0165<br>(0.0165)      | 0                    | 0.153<br>(0.153)      | 0                    | 0.361<br>(0.361)       | 0                  | 0.0239<br>(0.0239)     | 0                  | 0.0284<br>(0.0284)   | 0                    | 0.309<br>(0.309)     | -10.92**<br>(0.753) |
| Número de observações  | 0                               | 0                  | 0                    | 0                   | 0                      | 0                   | 0                       | 0                    | 0                     | 0                    | 0                      | 0                  | 0                      | 0                  | 0                    | 0                    | 0                    | 0                   |
|                        | Até cinco anos de funcionamento |                    |                      |                     |                        |                     |                         |                      |                       |                      |                        |                    |                        |                    |                      |                      |                      |                     |
| Riqueza                | 0.621**<br>(0.278)              | 0.945**<br>(0.374) | 0.446**<br>(0.206)   | 0.450<br>(0.287)    | 1.060***<br>(0.299)    | 0.995***<br>(0.333) | -0.135<br>(0.0947)      | -0.226<br>(0.148)    | 0.392***<br>(0.149)   | 0.327**<br>(0.164)   | 0.274***<br>(0.106)    | 0.328**<br>(0.164) | 0.173<br>(0.133)       | 0.349*<br>(0.181)  | 4.107**<br>(2.015)   | 14.02***<br>(3.643)  | 0                    | 0                   |
| Empregador             | 0.0534**<br>(0.0212)            | 0.610**<br>(0.269) | 0.00264<br>(0.0126)  | 0.00507<br>(0.0507) | 0.0658***<br>(0.0164)  | 0.0193<br>(0.0738)  | 0.0157<br>(0.00962)     | -0.00168<br>(0.0268) | 0.0147*<br>(0.00886)  | -0.0793*<br>(0.0423) | -3.14e-05<br>(0.00510) | 0.0302<br>(0.0274) | 0.0177**<br>(0.00867)  | 0.0670<br>(0.0419) | 0.697***<br>(0.111)  | 1.101**<br>(0.537)   | 0                    | 0                   |
| Riqueza*<br>empregador | 0.519<br>(0.519)                | -0.640<br>(0.519)  | -0.0191<br>(0.416)   | 0.106<br>(0.416)    | 0.106<br>(0.633)       | 0.106<br>(0.633)    | 0.258<br>(0.182)        | 0.258<br>(0.182)     | 0.160<br>(0.305)      | 0.160<br>(0.305)     | -0.126<br>(0.194)      | -0.126<br>(0.194)  | -0.377<br>(0.234)      | -0.377<br>(0.234)  | 3.577<br>(4.058)     | -13.00***<br>(4.058) | 0                    | 0                   |
| Número de observações  | 18,136                          | 18,133             | 18,133               | 18,047              | 18,133                 | 18,105              | 18,136                  | 18,136               | 18,136                | 18,136               | 18,136                 | 18,136             | 18,136                 | 18,136             | 3,577                | 3,577                | 3,577                | 3,577               |

Fonte: ECINF, 2003. Elaboração dos autores.

Nota: \*Significante a 10%, \*\*Significante a 5%, e \*\*\*Significante a 1%.

Obs.: Em todos os modelos foram incluídas como variáveis explicativas, além da riqueza, características observadas dos empreendimentos (se possui constituição jurídica, se é afiliado a sindicato ou órgão de classe, se funciona em RM e qual o setor da economia em que o empreendimento atua) e de seus proprietários (sexo, raça, se nasceu no município do empreendimento e idade). As estimações incorporam o desenho amostral da ECINF.

Alguns dos gráficos que relacionam o investimento com os decis de riqueza – gráficos 5 (A, B, C e D) e 6 (A, B e C) – sugerem que esta relação pode não ser linear. A tabela 11 apresenta os resultados para um modelo não linear que relaciona investimento com riqueza. Neste modelo, incluem-se a riqueza e a riqueza ao quadrado como variáveis explicativas. Da mesma forma que na tabela anterior, a coluna (1) apresenta os resultados no qual temos apenas uma diferença de intercepto entre os modelos do conta-própria e do empregador. Na coluna (2), são incluídas no modelo as variáveis de interação entre riqueza e empregador e entre riqueza ao quadrado e empregador. Para os investimentos em capacitação em gestão, assistência técnica, assistência jurídica, assistência contábil e capital físico, encontra-se evidência de uma relação côncava entre riqueza e investimento para os empregadores, isto é, o efeito da riqueza no investimento diminui quando aumenta o nível de riqueza. Para os conta-própria, tem-se evidência de uma relação convexa, no caso de assistência contábil e jurídica. A interpretação para este resultado é que, no caso dos conta-própria, o aumento da riqueza os leva a investir mais em atividades que estão relacionadas à legalização do negócio, na tentativa de se formalizarem e talvez passem de conta-própria a empregador.

Resumindo, a estratégia de identificação do trabalho busca separar o que é efeito apenas da riqueza, sobre a obtenção de crédito, de uma possível causalidade reversa. Verificou-se que, assim como a escolha ocupacional dos indivíduos sob racionamento de crédito é realizada com base em sua riqueza inicial, as firmas também necessitam de ativos para realização de investimentos quando a assimetria de informação leva o mercado de crédito a uma situação de racionamento.

TABELA 11  
**Efeito da riqueza sobre a decisão de investimento por posição na ocupação do proprietário – modelo não linear**

|                       | Curso de formação           |                      | Capacidade de gestão |                      | Informática           |                      | Apelo à comercialização |                      | Assistência técnica  |                       | Assistência jurídica   |                      | Assistência contábil  |                      | Capital físico       |                      |
|-----------------------|-----------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|                       | (1)                         | (2)                  | (1)                  | (2)                  | (1)                   | (2)                  | (1)                     | (2)                  | (1)                  | (2)                   | (1)                    | (2)                  | (1)                   | (2)                  | (1)                  | (2)                  |
|                       | Amostra inteira             |                      |                      |                      |                       |                      |                         |                      |                      |                       |                        |                      |                       |                      |                      |                      |
| Riqueza               | 1.158***<br>(0.276)         | 1.731***<br>(0.356)  | 0.768***<br>(0.216)  | 0.615**<br>(0.261)   | 1.153***<br>(0.233)   | 0.579**<br>(0.276)   | 0.0435<br>(0.108)       | -0.00666<br>(0.138)  | 0.413***<br>(0.109)  | 0.397***<br>(0.114)   | 0.446***<br>(0.142)    | 0.274*<br>(0.149)    | 0.187*<br>(0.108)     | 0.0982<br>(0.0909)   | 14.41***<br>(2.379)  | 20.50***<br>(3.971)  |
| Riqueza^2             | -1.821***<br>(0.474)        | -5.167***<br>(1.222) | -0.798***<br>(0.279) | -1.631**<br>(0.698)  | -1.188***<br>(0.352)  | -0.405<br>(1.537)    | -0.186<br>(0.156)       | -0.263<br>(0.367)    | -0.488***<br>(0.164) | -1.552***<br>(0.427)  | -0.403***<br>(0.141)   | 0.160<br>(0.623)     | -0.284**<br>(0.139)   | -0.316<br>(0.440)    | -15.26***<br>(2.518) | -23.44<br>(14.55)    |
| Empregador            | 0.531**<br>(0.260)          | 1.00707<br>(0.301)   | -0.00707<br>(0.0301) | 0.00700<br>(0.0473)  | 0.00700<br>(0.0473)   | 0.00700<br>(0.0473)  | 0.00768<br>(0.0165)     | 0.00768<br>(0.0165)  | -0.00416<br>(0.0239) | 0.00416<br>(0.0239)   | 0.0314<br>(0.0236)     | 0.0314<br>(0.0236)   | 0.0471*<br>(0.0284)   | 0.0471*<br>(0.0284)  | 2.373***<br>(0.753)  | 2.373***<br>(0.753)  |
| Riqueza*              | -1.231**<br>(0.609)         | 1.952***<br>(0.503)  | 0.855*<br>(0.442)    | 1.952***<br>(0.503)  | 1.952***<br>(0.503)   | 1.952***<br>(0.503)  | 0.153<br>(0.234)        | 0.153<br>(0.234)     | 0.361<br>(0.314)     | 0.361<br>(0.314)      | 0.556*<br>(0.284)      | 0.556*<br>(0.284)    | 0.309<br>(0.318)      | 0.309<br>(0.318)     | -10.92**<br>(5.038)  | -10.92**<br>(5.038)  |
| Empregador^2          | 4.503***<br>(1.342)         | 0.160<br>(0.791)     | 0.160<br>(0.791)     | -2.495<br>(1.605)    | -2.495<br>(1.605)     | -2.495<br>(1.605)    | -0.00380<br>(0.432)     | -0.00380<br>(0.432)  | 0.816<br>(0.505)     | 0.816<br>(0.505)      | -1.065<br>(0.661)      | -1.065<br>(0.661)    | -0.219<br>(0.539)     | -0.219<br>(0.539)    | 13.75<br>(14.86)     | 13.75<br>(14.86)     |
| Número de observações | 44,524                      | 44,513               | 44,513               | 44,261               | 44,261                | 44,513               | 44,524                  | 44,524               | 44,524               | 44,524                | 44,524                 | 44,524               | 44,524                | 44,524               | 7,654                | 7,654                |
|                       | Até 5 anos de funcionamento |                      |                      |                      |                       |                      |                         |                      |                      |                       |                        |                      |                       |                      |                      |                      |
| Riqueza               | 1.030***<br>(0.381)         | 1.044**<br>(0.448)   | 0.752***<br>(0.263)  | 0.630**<br>(0.319)   | 1.651***<br>(0.333)   | 1.173***<br>(0.356)  | -0.145<br>(0.150)       | -0.228<br>(0.191)    | 0.609***<br>(0.177)  | 0.444**<br>(0.181)    | 0.367***<br>(0.105)    | 0.0285<br>(0.106)    | 0.260*<br>(0.158)     | 0.0736<br>(0.142)    | 9.996**<br>(3.901)   | 19.20***<br>(5.043)  |
| Riqueza^2             | -1.318***<br>(0.454)        | -1.077<br>(1.700)    | -0.986***<br>(0.306) | -1.953*<br>(1.108)   | -1.903***<br>(0.376)  | -1.927<br>(1.350)    | 0.0303<br>(0.184)       | 0.0283<br>(0.544)    | -0.697***<br>(0.196) | -1.271**<br>(0.545)   | -0.298*<br>(0.161)     | 3.252***<br>(0.894)  | -0.281<br>(0.204)     | 2.983***<br>(1.047)  | -10.28**<br>(4.031)  | -25.18**<br>(11.02)  |
| Empregador            | 0.0515**<br>(0.0212)        | 0.602**<br>(0.268)   | 0.00126<br>(0.0127)  | -0.00459<br>(0.0511) | 0.0631***<br>(0.0163) | -0.00243<br>(0.0744) | 0.0158<br>(0.00961)     | -0.00399<br>(0.0271) | 0.0138<br>(0.00886)  | -0.0884**<br>(0.0428) | -0.000451<br>(0.00508) | 0.0251<br>(0.0280)   | 0.0173**<br>(0.00870) | 0.0642<br>(0.0428)   | 0.681***<br>(0.111)  | 1.197**<br>(0.543)   |
| Riqueza*              | 0.0823<br>(0.898)           | 0.268<br>(0.618)     | 0.753<br>(0.618)     | 0.753<br>(0.618)     | 2.050***<br>(0.772)   | 2.050***<br>(0.772)  | 0.483<br>(0.340)        | 0.483<br>(0.340)     | 0.862*<br>(0.504)    | 0.862*<br>(0.504)     | 0.633**<br>(0.256)     | 0.633**<br>(0.256)   | 0.134<br>(0.418)      | 0.134<br>(0.418)     | -16.73***<br>(7.508) | -16.73***<br>(7.508) |
| Empregador            | -0.366<br>(1.897)           | -0.366<br>(1.897)    | 0.282<br>(1.232)     | 0.282<br>(1.232)     | -1.796<br>(1.524)     | -1.796<br>(1.524)    | -0.417<br>(0.631)       | -0.417<br>(0.631)    | -0.156<br>(0.727)    | -0.156<br>(0.727)     | -4.057***<br>(0.935)   | -4.057***<br>(0.935) | -3.397***<br>(1.136)  | -3.397***<br>(1.136) | 23.17*<br>(12.25)    | 23.17*<br>(12.25)    |
| Número de observações | 18,136                      | 18,136               | 18,136               | 18,136               | 18,136                | 18,136               | 18,136                  | 18,136               | 18,136               | 18,136                | 18,136                 | 18,136               | 18,136                | 18,136               | 18,136               | 18,136               |

Fonte: ECINEF, 2003. Elaboração dos autores.

Nota: \*Significante a 10%, \*\* significante a 5%, \*\*\* significante a 1%.

Obs.: Em todos os modelos foram incluídas como variáveis explicativas, além da riqueza, características observadas dos empreendedores (se possui constituição jurídica, se é afiliado a sindicato ou órgão de classe, se funciona em RM e qual o empreendimento atua) e de seus proprietários (sexo, raça, se nasceu no município do empreendimento e idade). As estimções incorporam o desenho amostral da ECINEF.

## 6 ANÁLISE DE ROBUSTEZ

No intuito de solucionar o problema da endogeneidade da riqueza, restringiu-se a amostra para firmas jovens, isto é, firmas com poucos anos de funcionamento no mercado e cuja probabilidade de obtenção ao crédito é menos afetada pelo tempo de existência, histórico de crédito etc. Apesar de ter-se baseado na literatura recente para a definição de firmas jovens como aquelas com até cinco anos de funcionamento, entende-se que esta definição é um pouco arbitrária. Para testar a robustez dessa definição, estimou-se o modelo linear apresentado anteriormente para definições alternativas de firmas jovens. A tabela 12 apresenta os resultados para firmas com três a sete anos de funcionamento. Para diferentes subamostras, tem-se evidência de uma relação positiva entre riqueza e investimento. Além disso, para todas as subamostras para o capital físico, há evidência de uma relação mais forte entre riqueza e investimento para o conta-própria do que para o empregador.

Em suma, os resultados apresentados continuam na mesma direção quando se muda a definição de firmas jovens. Os coeficientes que relacionam investimento a riqueza aumentam quando são usadas amostras de firmas que estão há mais tempo em funcionamento. Esse resultado é esperado, dado um viés positivo nestes coeficientes devido à simultaneidade entre riqueza e crédito.

TABELA 12  
Impacto da riqueza no investimento para diferentes definições de firmas jovens – modelo linear na riqueza

|                       | Comercia-<br>lização        |                      |                     |                     | Comerciali-<br>zação        |                     |                      |                      | Capital             |                             |                     |                       |                     |                             |                      |
|-----------------------|-----------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------------|----------------------|
|                       | Formação                    | Gestão               | Informática         | Técnica             | Jurídica                    | Contábil            | Capital              | Formação             |                     | Gestão                      | Informática         | Técnica               | Jurídica            | Contábil                    | Capital              |
|                       | Amostra inteira             |                      |                     |                     | Até 5 anos de funcionamento |                     |                      |                      |                     | Até 4 anos de funcionamento |                     |                       |                     | Até 7 anos de funcionamento |                      |
| Riqueza               | 1.186***<br>(0.297)         | 0.443*<br>(0.253)    | 0.536**<br>(0.250)  | -0.0344<br>(0.105)  | 0.234***<br>(0.0895)        | 0.291<br>(0.178)    | 0.0649<br>(0.0810)   | 18.11***<br>(2.673)  | 0.945**<br>(0.374)  | 0.450<br>(0.287)            | 0.995***<br>(0.333) | 0.327**<br>(0.164)    | 0.328**<br>(0.164)  | 0.349*<br>(0.181)           | 14.02***<br>(3.643)  |
| Empregador            | 0.532**<br>(0.260)          | -0.00169<br>(0.0295) | 0.0181<br>(0.0460)  | 0.00866<br>(0.0164) | -0.00150<br>(0.0240)        | 0.0349<br>(0.0232)  | 0.0491*<br>(0.0281)  | 2.392***<br>(0.758)  | 0.610**<br>(0.269)  | 0.00507<br>(0.0507)         | 0.0193<br>(0.0738)  | -0.00168<br>(0.0423)  | 0.0302<br>(0.0274)  | 0.0670<br>(0.0419)          | 1.101**<br>(0.537)   |
| Riqueza*Empregador    | -0.950**<br>(0.428)         | 0.444<br>(0.386)     | 0.843*<br>(0.475)   | 0.0747<br>(0.147)   | 0.231<br>(0.240)            | 0.180<br>(0.260)    | 0.131<br>(0.217)     | -14.16***<br>(3.225) | -0.640<br>(0.519)   | -0.0191<br>(0.416)          | 0.106<br>(0.633)    | 0.258<br>(0.182)      | 0.160<br>(0.305)    | -0.377<br>(0.234)           | -13.00***<br>(4.058) |
| Número de observações | 44,524                      | 44,524               | 44,524              | 44,524              | 44,524                      | 44,524              | 44,524               | 44,524               | 18,136              | 18,136                      | 18,136              | 18,136                | 18,136              | 18,136                      | 18,136               |
|                       | Até 3 anos de funcionamento |                      |                     |                     |                             |                     |                      |                      |                     |                             |                     |                       |                     |                             |                      |
| Riqueza               | 0.987*<br>(0.562)           | 0.414<br>(0.430)     | 0.948*<br>(0.512)   | -0.0949<br>(0.186)  | 0.209<br>(0.209)            | 0.0760<br>(0.0739)  | -0.0504<br>(0.149)   | 19.84***<br>(5.669)  | 0.860**<br>(0.418)  | 0.403<br>(0.322)            | 1.023***<br>(0.379) | 0.223<br>(0.169)      | 0.0461<br>(0.0757)  | 0.0624<br>(0.121)           | 17.98***<br>(4.497)  |
| Empregador            | 0.504*<br>(0.286)           | -0.0797<br>(0.0650)  | -0.0678<br>(0.0910) | -0.0332<br>(0.0389) | -0.0833*<br>(0.0493)        | -0.0125<br>(0.0163) | -0.0285<br>(0.0552)  | 1.423**<br>(0.591)   | 0.585**<br>(0.266)  | -0.0447<br>(0.0579)         | -0.0181<br>(0.0800) | -0.0953**<br>(0.0301) | 0.0213<br>(0.0280)  | 0.0288<br>(0.0473)          | 1.263**<br>(0.582)   |
| Riqueza*Empregador    | -1.182*<br>(0.625)          | -0.351<br>(0.485)    | 0.201<br>(0.885)    | 0.0960<br>(0.227)   | -0.0612<br>(0.254)          | 0.0596<br>(0.131)   | -0.117<br>(0.236)    | -22.12***<br>(6.140) | -0.883*<br>(0.501)  | -0.103<br>(0.424)           | 0.0109<br>(0.661)   | 0.242<br>(0.193)      | 0.170<br>(0.284)    | -0.147<br>(0.184)           | -17.23***<br>(4.819) |
| Número de observações | 11,710                      | 11,710               | 11,710              | 11,710              | 11,710                      | 11,710              | 11,710               | 11,710               | 15,591              | 15,591                      | 15,591              | 15,591                | 15,591              | 15,591                      | 15,591               |
|                       | Até 6 anos de funcionamento |                      |                     |                     |                             |                     |                      |                      |                     |                             |                     |                       |                     |                             |                      |
| Riqueza               | 1.101***<br>(0.354)         | 0.351<br>(0.260)     | 0.934***<br>(0.299) | -0.274**<br>(0.136) | 0.370**<br>(0.148)          | 0.267*<br>(0.137)   | 0.262*<br>(0.157)    | 13.86***<br>(3.439)  | 1.222***<br>(0.345) | 0.343<br>(0.247)            | 0.868***<br>(0.285) | -0.178<br>(0.141)     | 0.346**<br>(0.140)  | 0.245*<br>(0.129)           | 14.03***<br>(3.290)  |
| Empregador            | 0.646**<br>(0.275)          | -0.00738<br>(0.0422) | 0.0277<br>(0.0628)  | 0.00125<br>(0.0233) | -0.0389<br>(0.0377)         | 0.0358<br>(0.0307)  | 0.0899**<br>(0.0388) | 1.638**<br>(0.717)   | 0.607**<br>(0.280)  | -0.00501<br>(0.0428)        | 0.0222<br>(0.0599)  | 0.0177<br>(0.0225)    | -0.0298<br>(0.0345) | 0.0380<br>(0.0301)          | 0.0732**<br>(0.0367) |
| Riqueza*Empregador    | -0.882*<br>(0.504)          | -0.0260<br>(0.381)   | 0.320<br>(0.630)    | 0.297*<br>(0.174)   | 0.00979<br>(0.285)          | -0.119<br>(0.167)   | -0.338<br>(0.212)    | -12.12***<br>(3.880) | -0.818<br>(0.508)   | 0.153<br>(0.390)            | 0.420<br>(0.614)    | 0.220<br>(0.182)      | 0.120<br>(0.286)    | -0.0199<br>(0.213)          | -12.17***<br>(3.747) |
| Número de observações | 21,137                      | 21,137               | 21,137              | 21,137              | 21,137                      | 21,137              | 21,137               | 23,841               | 23,841              | 23,841                      | 23,841              | 23,841                | 23,841              | 23,841                      | 23,841               |

Fonte: ECINF, 2003. Elaboração dos autores.

Nota: \*Significante a 10%, \*\* significante a 5%, \*\*\* significante a 1%.

Obs.: Em todos os modelos foram incluídas como variáveis explicativas, além da riqueza, características observadas dos empreendimentos (se possui constituição jurídica, se é afiliado a sindicato ou órgão de classe, se funciona em RM e qual o setor da economia em que o empreendimento atua) e de seus proprietários (sexo, raça, se nasceu no município do empreendimento e idade). As estimativas incorporam o desenho amostral da ECINF.

## 7 CONCLUSÃO

Com o propósito de analisar a existência de restrições no mercado de crédito dos empreendimentos informais brasileiros, algumas importantes conclusões foram obtidas a partir deste trabalho.

Os resultados encontrados evidenciam presença de racionamento de crédito para algumas firmas do setor informal da economia brasileira. A relevância da relação entre a riqueza inicial do empreendimento e suas decisões de investimento permitiu verificar que, nos investimentos em capital físico, o empregador por conta própria está mais restrito ao crédito que os empregadores.

Conforme observado, a riqueza inicial dos empregadores é sempre maior do que a dos conta-própria, ao longo de toda a distribuição. Além disso, evidenciou-se pela tabela 9 que, em média, os empregadores apresentam um leque de investimentos que, em sua composição, tem maior participação de investimentos que necessitam financiamento do que os conta-própria. Por estas razões, encontrou-se sentido na suspeita de que a riqueza seria um determinante para o investimento e, sendo verdade, o crédito estaria racionando as firmas. A suspeita se evidenciou. A ausência de colateral, ou mesmo a impossibilidade de financiar seu investimento por meio da riqueza inicial, evidencia o efeito da assimetria de informação, implicando racionamento de crédito aos trabalhadores do setor informal da economia brasileira.

Assim, o ciclo vicioso de pobreza, enunciado por Ghatak e Jiang (2002) e corroborado por Galor e Zeira (1993), Banerjee e Newman (1993) e Holtz-Eakin, Joulfaian e Rosen (1994), parece encontrar também evidências neste trabalho, uma vez que indivíduos com maior riqueza inicial têm maior acesso a crédito, melhores oportunidades de investimentos e, como evidenciado na tabela 5, apresentam melhores resultados econômicos em seus empreendimentos.

O trabalho apresenta algumas contribuições. Primeiramente, a pesquisa IBGE (2003) ainda é pouco explorada. As razões para isso talvez sejam as limitações que a pesquisa apresenta. A obrigatoriedade de utilizar modelos *cross section* restringe, em alguma medida, metodologias que permitem identificar, de maneira mais robusta, algumas relações econômicas. Outro problema é a escassez de dados referentes à riqueza dos indivíduos. O componente de riqueza gerado poderia ser mais bem especificado desde que houvesse melhores informações sobre condição do domicílio, posse de ativos dos indivíduos, entre outras informações.

Além disso, outra contribuição está no fato de se adaptar os modelos já existentes de escolha ocupacional individual, sob restrição de crédito, para um modelo que permite testar a restrição de crédito para firmas, analisando a dependência de suas escolhas de investimentos a sua riqueza inicial.

O trabalho complementa as evidências encontradas por Terra (2003), que apontam para restrição de crédito às firmas formais da economia brasileira. Os autores chegam à mesma conclusão para o setor informal.

Por último, a elevada participação do setor informal nas economias em desenvolvimento, sobretudo no Brasil, agrega grande importância a estudos que visem elucidar as características deste setor da economia.

## ABSTRACT

This paper investigates the existence of credit rationing to informal enterprises in the Brazilian economy. A model of occupational choice developed in Evans and Jovanovic (1989) is adapted to the firm's investment decision, conditional on its budget constraint. One result of this model is that wealth enhances investment particularly in more credit-constrained firms. This result motivates our empirical strategy that uses the relationship between wealth and investment to identify whether urban informal enterprises are credit constrained. Using data from the "Economia Informal Urbana" survey (ECINF) conducted by IBGE, for the year 2003, we find evidence that wealth has a significant impact on various investment decisions. Furthermore, our estimates suggest that for investments in physical capital, self-employed workers face stronger credit restrictions than employers.

**Keywords:** initial wealth; investment; credit rationing; informal urban economy.

## REFERÊNCIAS

- ACEMOGLU, D. Credit market imperfections and persistent unemployment. **European economic review**, Amsterdam, v. 45, n. 4-6, p. 665-679, May 2001.
- ALLEN, F. Credit rationing and payment incentives. **The review of economic studies**, Bristol, v. 50, n. 4, p. 639-646, Oct. 1983.
- ALMEIDA JÚNIOR, M. F.; BARROS, J. R. M. **A reestruturação do sistema financeiro no Brasil**. Brasília: Ministério da Fazenda, Secretaria de Política Econômica, 1997.
- AMADEO, E.; GILL, I. S.; NERI, M. C. Brazil: the pressure points in labor legislation. **Ensaio econômico**, EPGE, 2000.
- ANDO, F. **Access to capital by subcategories of small business**. Washington: Jaca Corporation, 1985. Report pre-pared for the U.S. small business administration.
- ARAÚJO, A.; FUNCHAL, B. **Credit markets in Brazil: institutional reforms and growth**. Rio de Janeiro: Instituto de Matemática Pura e Aplicada, 2006. Disponível em: <<http://w3.impa.br/~aloisio/pdf/Institutional%20Reforms%20in%20Brazil.pdf>>. Acesso em: 19 jul. 2010.
- ARBEX, M.; FREGUGLIA, R.; CHEIN, F. Informal economy and spatial mobility: are informal workers economic refugees? **Journal of economic studies**, 2013. Forthcoming.
- ARIAS, J. *et al.* **Policies to promote growth and economic efficiency in Mexico**. Feb. 2010 (IZA Discussion Paper, n. 4.740).
- ASSUNÇÃO, J. J.; ALVES, L. S. Restrições de crédito e decisões intra-familiares. **Revista brasileira de economia**, Rio de Janeiro, v. 61, n. 2, p. 201-229, abr./jun. 2007.

BANERJEE, A. **Contracting constraints, credit markets and economic development**. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology, Department of Economics, 2001 (Working Paper Series, n. 02-17).

BANERJEE, A.; NEWMAN, A. F. Occupational choice and the process of development. **The journal of political economy**, Chicago, v. 101, n. 2, p. 274-298, Apr. 1993.

BCB – BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Discurso do Diretor Anthero de Moraes Meirelles no lançamento do novo sistema de informações de crédito do Banco Central – SCR2**, 23 mar. 2012. Disponível em: <[http://www.bcb.gov.br/pec/appron/apres/Anthero%20Meirelles\\_SCR2\\_23\\_03\\_2012.pdf](http://www.bcb.gov.br/pec/appron/apres/Anthero%20Meirelles_SCR2_23_03_2012.pdf)>. Acesso em: 5 nov. 2012.

COELHO, A. C.; MELLO, J. M. P.; FUNCHAL, B. The Brazilian payroll lending experimental. **Review of economics and statistics**, v. 94, n. 4, p. 925-934, Nov. 2012.

CURI, A. Z.; MENEZES-FILHO, N. A. Os determinantes das transições ocupacionais no mercado de trabalho brasileiro. *In*: ENCONTRO NACIONAL DA ANPEC, 32. **Anais...** 2004.

DEHEJIA, R. H.; GATTI, R. **Child labor**: the role of income variability and access to credit across countries. Cambridge: National Bureau of Economic Research, 2002 (NBER Working Paper, n. 9.018).

EVANS, D. S. Tests of alternative theories of firm growth. **The journal of political economy**, Chicago, v. 95, n. 4, p. 657-674, Aug. 1987a.

\_\_\_\_\_. The relationship between firm growth, size, and age: estimates for 100 manufacturing industries. **The journal of industrial economics**, Oxford, v. 35, n. 4, p. 567-581, June 1987b.

EVANS, D. S.; JOVANOVIĆ, B. An estimated model of entrepreneurial choice under liquidity constraints. **Journal of political economy**, Chicago, v. 97, n. 4, p. 808-827, Aug. 1989.

EVANS, D. S.; LEIGHTON, L. S. Some empirical aspects of entrepreneurship. **The American economic review**, Nashville, v. 79, n. 3, p. 519-535, June 1989.

GALOR, O.; ZEIRA, J. Income distribution and macroeconomics. **The review of economic studies**, Oxford, v. 60, n. 1, p. 35-52, Jan. 1993.

GHATAK, M.; JIANG, N. N. A simple model of inequality, occupational choice, and development. **Journal of development economics**, Amsterdam, v. 69, n. 1, p. 205-226, Oct. 2002.

GHOSH, P.; MOOKHERJEE, D.; RAY, D. Credit rationing in developing countries: an overview of the theory. *In*: MOOKHERJEE, D.; RAY, D. (Ed.). **Readings in the theory of economic development**. London: Blackwell, 2000. cap. 11. p. 383-401.

HOLTZ-EAKIN, D.; JOULFAIAN, D.; ROSEN, H. S. Entrepreneurial decisions and liquidity constraints. **The RAND journal of economics**, Washington, v. 25, v. 2, p. 334-347, Feb. 1994.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Economia informal urbana – ECINF**. Rio de Janeiro, 2003 (Série Relatórios Metodológicos, v. 35).

JAFFEE, D. M.; RUSSELL, T. Imperfect information, uncertainty, and credit rationing. **The quarterly journal of economics**, Cambridge, v. 90, n. 4, p. 651-665, Nov. 1976.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis**. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 2002.

LEVINE, R. **Finance and growth**: theory and evidence. Cambridge: National Bureau of Economic Research, 2004 (Working Paper, n. 10.766).

MCKINSEY & COMPANY. **Productivity** – the key to an accelerated development path for Brazil. Washington, 1998. Mimeografado.

MOURA, A. R. Notas sobre o ajustamento do sistema bancário privado no Brasil pós-Real. **Revista brasileira de economia**, Rio de Janeiro, v. 52, p. 27-38, 1998. Especial.

NERI, M. **Análise dos negócios nãnicos a partir da pesquisa economia informal urbana** – ECINE. Brasília: Sebrae, 2005 (Texto para Discussão, n. 1).

NERI, M. C. Decent work and the informal sector in Brazil. **Ensaios econômicos**, EPGE, n. 461, 2002.

PICKETTY, T. The dynamics of the wealth distribution and the interest rate with credit rationing. **The review of economic studies**, Oxford, v. 64, n. 2, p. 173-189, Apr. 1997.

PINHEIRO, A. C.; MOURA, A. **Segmentação e uso de informação nos mercados de crédito brasileiros**. Rio de Janeiro: BNDES, 2001 (Texto para Discussão, n. 88).

STIGLITZ, J. Markets, market failures, and development. **The American economic review**, Nashville, v. 79, n. 2, p. 197-202, May 1989. Papers and Proceedings of the Hundred and First Annual Meeting of the American Economic Association.

STIGLITZ, J.; WEISS, A. Credit rationing in markets with imperfect information. **The American economic review**, Nashville, v. 71, n. 3, p. 393-410, June 1981.

\_\_\_\_\_. Incentive effects of terminations: applications to the credit and labor markets. **The American economic review**, Nashville, v. 73, n. 5, p. 912-927, Dec. 1983.

STRAUB, S. Informal sector: the credit market channel. **Journal of development economics**, v. 78, p. 299-321, 2005.

TERRA, M. C. T. Credit constraints in Brazilian firms: evidence from panel data. **Revista brasileira de economia**, Rio de Janeiro, v. 57, n. 2, p. 443-464, abr./jun. 2003.

ULYSSEA, G. Informalidade no mercado de trabalho brasileiro: uma resenha da literatura. **Revista de economia política**, v. 26, n. 4 (104), p. 596-618, 2006.

\_\_\_\_\_. **Formal sector's entry costs, taxes, enforcement and informality**. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMETRIA, 34. **Anais...** Porto de Galinhas, 2012.

VIANA, D. M. **Cost and access to credit in Brazil**. Tese (Mestrado) – Ohio University, Center for International Studies, 2006.

WASMER, E.; WEILL, P. The macroeconomics of labor and credit market imperfections. **The American economic review**, Nashville, v. 94, n. 4, p. 944-963, Sept. 2004.

## BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

BALTENSPERGER, E. Credit rationing: issues and questions. **Journal of money, credit and banking**, Columbus, v. 10, n. 2, p. 170-183, May 1978.

BANERJEE, A.; DUFLO, E.; MUNSHI, K. The (mis)-allocation of capital. **Journal of the European economic association**, Cambridge, v. 1, n. 2/3, p. 484-494, Apr./May 2003.

BERGER, A.; UDELL, G. Some evidence on the empirical significance of credit rationing. **The journal of political economy**, Chicago, v. 100, n. 5, p. 1.047-1.077, Oct. 1992.

BESANKO, D.; KANATAS, G. Credit market equilibrium with bank monitoring and moral hazard. **The review of financial studies**, New York, v. 6, n. 1, p. 213-232, 1993.

BESTER, H. Screening vs. rationing in credit markets with imperfect information. **The American economic review**, Nashville, v. 75, n. 4, p. 850-855, Sept. 1985.

- BLANCHFLOWER, D.; LEVINE, P.; ZIMMERMAN, D. Discrimination in the small-business credit market. **The review of economics and statistics**, Cambridge, v. 85, n. 4, p. 930-943, Nov. 2003.
- BLANCHFLOWER, D.; OSWALD, A. What makes an entrepreneur? **Journal of labor economics**, Chicago, v. 16, n. 1, p. 26-60, Jan. 1998.
- BLINDER, A.; STIGLITZ, J. Money, credit constraints, and economic activity. **The American economic review**, Nashville, v. 73, n. 2, p. 297-302, May 1983. Papers and Proceedings of the Ninety-Fifth Annual Meeting of the American Economic Association.
- CHAN, Y. S.; THAKOR, A. V. Collateral and competitive equilibria with moral hazard and private information. **The journal of finance**, New York, v. 42, n. 2, p. 345-363, June 1987.
- COX, D.; JAPELLI, T. Credit rationing and private transfers: evidence from survey data. **The review of economics and statistics**, Cambridge, v. 72, n. 3, p. 445-454, Aug. 1990.
- HESS, J. D. Imperfect information and credit rationing: comment. **The quarterly journal of economics**, Cambridge, v. 99, n. 4, p. 865-868, Nov. 1984.
- JOHN, K.; LYNCH, W.; PURI, M. Credit ratings, collateral, and loan characteristics: implications for yield. **The journal of business**, Chicago, v. 76, n. 3, p. 371-409, July 2003.
- JOHNSON, W. R. Theory of job shopping. **The quarterly journal of economics**, Cambridge, v. 92, n. 2, p. 261-278, May 1978.
- JOVANOVIC, B. Job matching and the theory of turnover. **The journal of political economy**, Chicago, v. 87, n. 5, p. 972-990, Oct. 1979.
- LÍZAL, L.; SVEJNAR, J. Investment, credit rationing, and the soft budget constraint: evidence from Czech panel data. **The review of economics and statistics**, Cambridge, v. 84, n. 2, p. 353-370, May 2002.
- LLOYD-ELLIS, H.; BERNHARDT, D. Enterprise, inequality and economic development. **Review of economic studies**, v. 67, n. 1, p. 147-168, Jan. 2000.
- MILLER, R. A. Job matching and occupational choice. **The journal of political economy**, Chicago, v. 92, n. 6, p. 1.086-1.120, Dec. 1984.
- MORDUCH, J. The microfinance promise. **Journal of economic literature**, Nashville, v. 57, n. 4, p. 1.569-1.614, Dec. 1999.
- OLNEY, M. When your word is not enough: race, collateral, and household credit. **The journal of economic history**, New York, v. 58, n. 2, p. 408-431, June 1998.
- PINHEIRO, A. C.; CABRAL, C. **Mercado de crédito no Brasil: o papel do Judiciário e de outras instituições**. Rio de Janeiro: BNDES, 1998 (Ensaio BNDES, n. 9).
- STIGLITZ, J. Information and economic analysis: a perspective. **The economic journal**, Cambridge, v. 95, p. 21-41, 1985 (Supplement Conference Papers).
- \_\_\_\_\_. Financial markets and development. **Oxford review of economic policy**, Oxford, v. 5, n. 4, p. 55-68, Aug. 1998.
- XAVIER, G. *et al.* Microfinance games. **American economic journal: applied economics**, Nashville, v. 2, n. 3, p. 60-95, July 2010.

(Originais submetidos em 5 de dezembro de 2011. Última versão recebida em 19 de março de 2013. Aprovada em 16 de abril de 2013.)

## APÊNDICE

### A.1 Componente principal

TABELA A1

#### Resultado da análise de componentes principais – riqueza das firmas jovens

| Número de observações = 18.671          |              |              |              |                         |
|---|--------------|--------------|--------------|-------------------------|
| Componente                              | Autovalor    | Diferença    | Proporção    | Acumulado               |
| Componente 1                            | 10,8510      | 0,1058       | 0,3617       | 0,3617                  |
| Componente 2                            | 0,9793       | 0,0436       | 0,3264       | 0,6881                  |
| Componente 3                            | 0,9357       | -            | 0,3119       | 1                       |
|   | Componente 1 | Componente 2 | Componente 3 | Variância não explicada |
| Valor de máquinas e equipamentos        | 0,6395       | -0,2719      | -0,7191      | 0                       |
| Rendimentos de aluguel                  | 0,4443       | 0,8941       | 0,0571       | 0                       |
| Capital com origem em recursos próprios | 0,6274       | -0,356       | 0,6926       | 0                       |

Fonte: Pesquisa ENCIF 2003.  
Elaboração dos autores.

## A.2 Variáveis explicativas

TABELA A2

### Sumário das variáveis independentes – firmas jovens

| Variável   | Número de observações | Média    | Desvio-padrão | Mínimo | Máximo  |
|--|-----------------------|----------|---------------|--------|---------|
| Riqueza  | 18.673                | 0,01     | 0,02          | 0      | 1       |
| Valor de máquinas e equipamentos <sup>1</sup>  | 18.673                | 1.357,37 | 7.051,34      | 0      | 503.240 |
| Rendimentos provenientes de aluguel  | 19.878                | 10,58    | 133,34        | 0      | 7.000   |
| Principal origem do capital – indenização, poupança e venda de bens e imóveis, herança, outros recursos próprios | 19.878                | 0,52     | 0,50          | 0      | 1       |
| Características do proprietário  |                       |          |               |        |         |
| Condição na ocupação – empregador  | 19.878                | 0,13     | 0,34          | 0      | 1       |
| Sexo – masculino   | 19.877                | 0,57     | 0,49          | 0      | 1       |
| Raça – branco  | 19.870                | 0,43     | 0,50          | 0      | 1       |
| Idade  | 19.878                | 36,51    | 11,78         | 10     | 88      |
| Nasceu no município  | 19.317                | 0,43     | 0,49          | 0      | 1       |
| Características do empreendimento  |                       |          |               |        |         |
| Possui sócio   | 19.878                | 0,12     | 0,33          | 0      | 1       |
| Possui constituição jurídica   | 19.878                | 0,12     | 0,33          | 0      | 1       |
| Afiliado a sindicato   | 19.878                | 0,10     | 0,30          | 0      | 1       |
| Localiza-se em região metropolitana  | 19.878                | 0,33     | 0,47          | 0      | 1       |
| Setor de atividades  |                       |          |               |        |         |
| Atividades associativas  | 19.878                | 0,00     | 0,02          | 0      | 1       |
| Atividades recreativas, culturais e desportivas  | 19.878                | 0,02     | 0,14          | 0      | 1       |
| Indústrias extrativas  | 19.878                | 0,00     | 0,04          | 0      | 1       |
| Indústria de transformação   | 19.878                | 0,14     | 0,35          | 0      | 1       |
| Construção   | 19.878                | 0,08     | 0,27          | 0      | 1       |
| Comércio, reparação de veículos automotores, objetos pessoais e domésticos                                       | 19.878                | 0,35     | 0,48          | 0      | 1       |
| Alojamento e alimentação   | 19.878                | 0,10     | 0,30          | 0      | 1       |
| Transporte, armazenamento e comunicações   | 19.878                | 0,09     | 0,29          | 0      | 1       |
| Intermediação financeira   | 19.878                | 0,00     | 0,07          | 0      | 1       |
| Imobiliário, aluguéis e serviços prestados a empresas  | 19.878                | 0,08     | 0,27          | 0      | 1       |
| Educação   | 19.878                | 0,03     | 0,17          | 0      | 1       |
| Saúde e serviços sociais   | 19.878                | 0,02     | 0,14          | 0      | 1       |
| Outros serviços coletivos, sociais e pessoais  | 19.878                | 0,00     | 0,02          | 0      | 1       |
| Serviços pessoais  | 19.878                | 0,06     | 0,25          | 0      | 1       |
| Mal definido   | 19.878                | 0,01     | 0,09          | 0      | 1       |

Fonte: Pesquisa ENCIF 2003.  
Elaboração dos autores.

Nota: <sup>1</sup> Valor expresso em reais de 2003.



# IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS SOBRE O BEM-ESTAR RELACIONADO À SAÚDE NO BRASIL \*

Elvanio Costa de Souza\*\*

Alexandre Bragança Coelho\*\*\*

João Eustáquio de Lima\*\*\*

Dênis Antônio da Cunha\*\*\*

José Gustavo Féres\*\*\*\*

Este estudo tem por objetivo avaliar o impacto das mudanças climáticas sobre o bem-estar relacionado à saúde no Brasil, por meio de equações estimadas para dados em painel e de projeções climáticas. Os resultados indicam que as mudanças climáticas afetam principalmente a mortalidade de crianças e mulheres. A análise procurou também incorporar aos custos de bem-estar o gasto decorrente do consumo adicional de energia para manutenção do conforto térmico e da redução de riscos à saúde. O aumento do consumo residencial anual de energia com as mudanças climáticas foi estimado em aproximadamente 6%. Os resultados sugerem que a perda de bem-estar relacionada à saúde poderá chegar a 4,7% do Produto Interno Bruto (PIB).

**Palavras-chave:** mudanças climáticas; mortalidade; adaptação; bem-estar.

JEL: D60; I10.

## 1 INTRODUÇÃO

Evidências científicas indicam que o aumento da concentração de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera tem alterado o clima do planeta, levando a uma elevação dos níveis de temperatura e alterações nos padrões de precipitação. De acordo com o Quarto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas – Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC-AR4) –, projeta-se um aumento da temperatura média global entre 2°C e 4,5°C para o fim do século XXI, com um valor mais provável de 3°C (Meehl e Stocker, 2007). Além disso, a variabilidade da temperatura aumentará, principalmente nos meses de verão, com um aumento concomitante do risco de ondas de calor.

Em relação ao Brasil, projeções apresentadas por Marengo *et al.* (2007) apontam que, até o fim do século, a temperatura média no país poderá elevar-se entre 1,3°C

---

\* Este trabalho contou com o apoio do Núcleo de Estudos em Modelos Espaciais Sistêmicos (Nemesís) – Programa de Apoio a Núcleos de Excelência (Pronex)/Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ). Os autores agradecem os comentários de Eustáquio Reis, bem como o apoio de Márcia Pimentel e Juliana Speranza na elaboração da base de dados. Agradecimentos também aos pareceristas do artigo, cujos comentários e sugestões foram de extrema importância para o aperfeiçoamento do mesmo.

\*\* Professor do Departamento de Economia (DEE) da Universidade Federal de Viçosa (UFV). *E-mail:* elvanio.souza@ufv.br

\*\*\*Professores do Departamento de Economia Rural (DER) da UFV. *E-mails:* acolho@ufv.br; jelima@ufv.br; denisufv@gmail.com

\*\*\*\* Técnico de Planejamento e Pesquisa da Diretoria de Estudos e Políticas do Estado, das Instituições e da Democracia (Diest) do Ipea. *E-mail:* jose.feres@ipea.gov.br

e 3,8°C. Entre as regiões brasileiras, o maior aumento de temperatura está previsto para a Amazônia, com variações que podem alcançar 8°C. Além disso, as projeções indicam uma redução de até 20% no volume de chuva nas regiões Norte e Nordeste.

Entre os vários impactos das mudanças climáticas, destacam-se aqueles relacionados à saúde humana. De acordo com Confalonieri e Menne (2007), o clima pode afetar a saúde humana por meio de três mecanismos principais. O primeiro diz respeito aos efeitos diretos dos eventos climáticos extremos, que afetam a saúde por meio de sua ação sobre a fisiologia humana. Um aumento na frequência e/ou intensidade de ondas de calor, por exemplo, poderia levar a uma elevação da mortalidade. Tal fenômeno pôde ser observado no verão europeu de 2003, o qual vitimou 32 mil pessoas (Confalonieri, 2008). O segundo mecanismo refere-se às mudanças no meio ambiente que alteram os determinantes da saúde. Devido aos potenciais efeitos das mudanças climáticas sobre a produção agrícola e os recursos hídricos, prevê-se que, nas próximas décadas, uma parcela significativa da população mundial enfrentará escassez de alimento e água, tendo como consequências o agravamento de problemas relacionados à segurança alimentar e ao aumento do risco de doenças de veiculação hídrica.<sup>1</sup> Alterações no clima afetam, ainda, a ecologia de vetores de agentes infecciosos (mosquitos, por exemplo), alterando a distribuição espacial e a intensidade de transmissão de doenças infecciosas endêmicas, tais como malária e dengue. O terceiro mecanismo envolve os efeitos de eventos climáticos sobre os processos sociais. Secas prolongadas que afetam a produção agrícola de subsistência podem desencadear a migração de grupos populacionais do meio rural para o urbano. Estes deslocamentos tenderiam a acentuar os já graves problemas sociais decorrentes da carência da infraestrutura urbana.<sup>2</sup>

Este artigo tem como foco o primeiro mecanismo e busca mensurar os efeitos diretos do clima na saúde. De fato, fatores climáticos afetam diretamente a fisiologia humana. Segundo Deschênes e Greenstone (2007), os sistemas de regulação da temperatura corporal permitem que os indivíduos enfrentem variações na temperatura ambiente. Quando uma pessoa se depara com temperaturas altas ou baixas, há um aumento da frequência cardíaca, de modo que o fluxo sanguíneo do corpo para a pele aumenta, levando a respostas termorregulatórias, como suor e tremor. Em dias quentes, a necessidade de regulação da temperatura corporal impõe uma tensão adicional sobre os sistemas cardiovascular e respiratório e há um aumento dos níveis de viscosidade e colesterol do sangue. Com isso, o número de mortes

---

1. Para uma análise do impacto das mudanças climáticas sobre a produtividade agrícola em regiões que apresentam problemas de insegurança alimentar, ver Lobell *et al.* (2008).

2. Deve-se ressaltar que os efeitos dos três mecanismos sobre a saúde humana sofrem influências modificadoras relacionadas às características ambientais e econômico-institucionais. Desta forma, os impactos do clima sobre a saúde podem ser intensificados ou minimizados conforme as condições geográficas da região, as condições sociais da população, a estrutura do sistema de saúde pública, dentre outros fatores.

relacionadas a doenças cardiovasculares, respiratórias e cerebrovasculares é maior em dias de altas temperaturas.

A exposição a temperaturas muito frias, por sua vez, causa estresse cardiovascular em razão de mudanças na pressão sanguínea, vasoconstrição e aumento da viscosidade do sangue e dos níveis de contagem de células sanguíneas vermelhas, colesterol plasmático e fibrinogênio plasmático. A inspiração de ar frio pode levar à broncoconstrição, aumentando a suscetibilidade a infecções pulmonares. Desse modo, as principais causas de mortalidade em dias frios são as doenças cardiovasculares e respiratórias.

Relativamente poucos trabalhos foram empreendidos para avaliar empiricamente a relação entre mudanças climáticas e seus impactos diretos na saúde humana. Além da questão da disponibilidade de dados, estes trabalhos defrontaram-se com dificuldades metodológicas decorrentes do padrão não linear e da complexidade da dinâmica que caracteriza a relação entre clima e saúde.

Barreca (2009) observa que temperatura e mortalidade não se relacionam linearmente e, em seu estudo, encontra uma relação na forma de J invertido. Assim, tanto altas quanto baixas temperaturas provocam aumento da mortalidade, mas os efeitos de dias extremamente frios são mais nocivos quando comparados aos de dias de calor intenso.

Além desse padrão não linear, a relação entre temperatura e mortalidade é caracterizada por uma dinâmica complexa, com os efeitos de curto prazo de variações climáticas sobre a mortalidade podendo ser bastante distintos dos observados no longo prazo. De acordo com Deschênes e Moretti (2009), há um aumento grande e imediato da mortalidade em dias muito quentes. Entretanto, nas semanas seguintes ao evento, observa-se um declínio acentuado da mesma, que quase compensa o aumento anterior. Isso ocorre porque as altas temperaturas afetam principalmente os indivíduos de saúde debilitada, que teriam morrido poucos dias depois, mesmo na ausência do choque térmico. Desse modo, o principal efeito do evento climático é simplesmente antecipar o momento da mortalidade em uns poucos dias ou semanas (*efeito antecipação*), podendo resultar em um efeito líquido nulo no longo prazo.<sup>3</sup>

Durante os dias de temperaturas muito frias, também há um aumento imediato da mortalidade, mas não se verifica um declínio compensatório nos dias ou semanas que se seguem ao evento. Pode ocorrer, inclusive, um efeito retardado, com uma maior taxa de mortalidade alguns dias após a incidência da onda de frio.

---

3. Em inglês, esse fenômeno é chamado de *harvesting effect*, cuja tradução literal seria "efeito colheita". Como esta tradução não faz muito sentido em nosso idioma, optou-se por empregar a expressão *efeito antecipação*, na medida em que as temperaturas extremas antecipam a morte de pessoas com saúde fragilizada.

Isso ocorre porque alguns problemas respiratórios levam tempo para se manifestar. Neste caso, o efeito de longo prazo de temperaturas muito baixas é maior que o de curto prazo.

Além das questões de não linearidade e efeitos dinâmicos que caracterizam as relações entre clima e saúde, estudos econômicos que procuram avaliar os impactos das mudanças climáticas também devem levar em conta as estratégias adaptativas. No caso de temperaturas mais elevadas, os indivíduos podem lançar mão de uma série de adaptações comportamentais, físicas e tecnológicas (Haines *et al.*, 2006). As demandas por ar condicionado e por edificações cujo *design* melhore as condições de conforto térmico deverão aumentar num possível cenário de aquecimento global. Muitas pessoas poderão ainda migrar para regiões menos quentes, como apontam Deschênes e Greenstone (2007). Do ponto de vista de políticas públicas, governantes poderão elaborar planos de ações para hospitais e asilos que visem atender às vítimas durante as ondas de calor. A instalação de sistemas de alerta de calor poderá ajudar as pessoas a adaptar seu comportamento ao clima (Hübler, Klepper e Peterson, 2008). Estas ações adaptativas envolvem custos, e avaliações dos impactos das mudanças climáticas sobre as taxas de mortalidade e morbidade que ignorassem estas estratégias resultariam em uma subestimação dos custos relacionados à saúde.

Os estudos econômicos que analisam os impactos do clima na saúde compreendem sobretudo os casos de países desenvolvidos.<sup>4</sup> As aplicações feitas para países em desenvolvimento são escassas. Esta lacuna de conhecimento é crítica, uma vez que países em desenvolvimento, por estarem localizados em regiões intertropicais e com baixo nível de desenvolvimento socioeconômico, são particularmente vulneráveis aos efeitos das mudanças climáticas. O Brasil é um caso representativo dos países em desenvolvimento. Possui um alto grau de vulnerabilidade aos impactos das mudanças climáticas sobre a saúde, dadas as suas características geográficas, seu território de tamanho continental, seu perfil climático, sua grande população e seus problemas estruturais e sociais. Além disso, a persistência de doenças infecciosas endêmicas sensíveis a mudanças no clima, como a malária, a dengue e a leptospirose, bem como outros fatores que determinam as condições de saúde da população, contribuem para modelar a vulnerabilidade do país.

Apesar do alto grau de exposição do país aos efeitos das mudanças climáticas, a literatura sobre clima e saúde no Brasil é escassa. Confalonieri, Marinho e Rodriguez (2009) calcularam um índice de vulnerabilidade aos impactos do clima sobre a saúde para as diferentes regiões brasileiras. Os autores concluíram que a região

---

4. Para o caso dos Estados Unidos, ver Moore (1998), Deschênes e Moretti (2009), Deschênes e Greenstone (2007), Alberine, Mastrangelo e Pitcher (2008), Barreca (2009), e Deschênes, Greenstone e Guryan (2009). Para o caso alemão, ver Hübler, Klepper e Peterson (2008). Para o caso australiano, Nicholls (2009). E, por fim, para o caso espanhol, ver Fernández-Raga, Tomás e Fraile (2010).

Nordeste é a mais vulnerável a possíveis impactos de mudanças climáticas sobre doenças infecciosas tropicais. Já as regiões Sul e Sudeste, devido ao maior nível de desenvolvimento socioeconômico, possuem um menor grau de vulnerabilidade aos efeitos do clima na saúde.

Os estudos que avaliam o impacto do clima sobre a ecologia de vetores de agentes infecciosos limitam-se a análises de natureza regional e concentram-se sobretudo no caso da dengue (Lima, Firmino e Gomes Filho, 2008; Câmara *et al.*, 2009; Souza, Silva e Silva, 2010; Lowe *et al.*, 2012), com pouca atenção dedicada a outras doenças sensíveis a fatores climáticos. A literatura sobre clima e a questão migratória têm ganhado maior expressão no período recente. Os trabalhos de Assunção e Feres (2008), Barbieri *et al.* (2010) e Ferreira Filho e Horridge (2010) avaliam os impactos potenciais das mudanças climáticas nas migrações internas em decorrência da queda da rentabilidade das atividades rurais. Os três estudos apontam para a possibilidade de modificações em relação aos fluxos migratórios atuais, sobretudo na região Nordeste. Por fim, pelo que se tem conhecimento, os estudos de Rosenberg *et al.* (2000) e Schultz *et al.* (2003) são os únicos de abrangência que procuram avaliar os efeitos diretos do clima na saúde aplicados ao caso brasileiro. Os autores estimam o impacto do clima sobre a morbidade de doenças relacionadas ao clima e à mortalidade infantil. Seus resultados mostram que aumentos de temperatura podem levar a maiores taxas de mortalidade infantil, sobretudo nas regiões Norte e Nordeste do país. Já reduções dos níveis pluviométricos acarretariam aumento do número de doenças de veiculação hídrica.

Não obstante a relevância destes primeiros esforços, ainda há uma carência de estudos que mensurem o impacto direto das mudanças climáticas sobre a saúde e os custos econômicos associados a este impacto. Os estudos de Rosenberg *et al.* (2000) e Schultz *et al.* (2003) limitaram-se a avaliar os efeitos de variações marginais de temperatura e precipitação sobre a saúde, e como os próprios autores reconhecem, essa análise deveria ser complementada por exercícios de simulação baseados em projeções de modelos climatológicos para se avaliar os impactos esperados das mudanças climáticas. Além disso, a análise de mortalidade restringe-se ao grupo infantil. Há necessidade de se avaliar outros grupos potencialmente vulneráveis às mudanças climáticas, como os idosos, bem como desagregar o impacto do clima segundo as diferentes causas de mortalidade. Por fim, os estudos basearam-se em dados de *cross-section*, e questões como a não linearidade dos impactos das variáveis climáticas na saúde e a mensuração dos impactos em termos de bem-estar receberam pouca atenção. Verifica-se, portanto, a necessidade de estudos adicionais que deem suporte à formulação de estratégias e medidas de redução de vulnerabilidades relacionadas ao setor saúde.

Este trabalho tem por objetivo desenvolver uma estimativa do impacto das mudanças climáticas sobre o bem-estar relacionado à saúde no Brasil. Especificamente, pretende: *i)* avaliar o efeito de variações na temperatura sobre a taxa de mortalidade da população, segundo o gênero, a faixa etária e o tipo de doença; *ii)* avaliar o efeito de variações na temperatura sobre o consumo residencial de energia elétrica, devido ao uso de aparelhos que propiciam conforto térmico e reduzem os riscos à saúde, como ar condicionado; *iii)* prever o impacto das mudanças climáticas sobre a mortalidade e o consumo residencial de energia elétrica nos períodos 2010-2039, 2040-2069 e 2070-2099; e *iv)* calcular a disposição a pagar/aceitar da população pelas mudanças climáticas (o impacto das mudanças climáticas sobre o bem-estar relacionado à saúde).

Para alcançar estes objetivos, propõe-se um modelo econométrico que leve em conta a não linearidade e a complexidade de dinâmica entre clima e saúde. O modelo permite ainda incorporar a questão da adaptação aos impactos das mudanças climáticas.

Além desta introdução, este artigo possui mais quatro seções. A seção 2 descreve o modelo teórico que embasou este estudo. Na terceira seção, apresentam-se a metodologia e a fonte dos dados utilizados. A seção 4 mostra os resultados encontrados, e a quinta seção destaca as principais conclusões.

## 2 MODELO TEÓRICO

Deschênes e Greenstone (2007), baseando-se na função de produção de saúde formulada por Grossman (2000) e no trabalho de Harrington e Portney (1987), derivaram uma expressão para mensurar os impactos das mudanças climáticas sobre o bem-estar relacionado à saúde. Esse foi o modelo utilizado neste estudo. A derivação da expressão é descrita a seguir.

Suponha-se a seguinte função de utilidade de um indivíduo representativo:

$$U = U(x_C, s) \quad (1)$$

em que  $x_C$  é um bem de consumo composto e  $s$  é a taxa de sobrevivência.

A função de produção para a taxa de sobrevivência pode ser expressa por:

$$s = s(x_H, T) \quad (2)$$

em que  $x_H$  é um bem privado que aumenta a probabilidade de sobrevivência ( $\partial s / \partial x_H > 0$ ). A energia elétrica é um exemplo de  $x_H$ , visto que pode ser usada para ligar aparelhos de ar condicionado, aumentando a sensação de bem-estar e

reduzindo os riscos à saúde em dias quentes.<sup>5</sup>  $T$  é a temperatura ambiente e, para fins de exposição, assume-se que as mudanças climáticas aumentarão as temperaturas apenas no verão, época em que as altas temperaturas são prejudiciais à saúde, tal que  $\partial s / \partial T < 0$ .

A restrição orçamentária com a qual o indivíduo se depara é dada por:

$$I - x_C - px_H = 0 \quad (3)$$

em que  $I$  é a renda do indivíduo, e os preços de  $x_C$  e  $x_H$  são 1 e  $p$ , respectivamente.

O problema do indivíduo, então, é escolher as quantidades de  $x_C$  e  $x_H$  que maximizem (1), sujeito a (2) e (3). No equilíbrio, a razão entre as utilidades marginais do consumo dos dois bens deve ser igual à razão entre os preços, ou seja,  $[(\partial U / \partial s)(\partial s / \partial x_H)] / [\partial U / \partial x_C] = p$ . A solução do problema de maximização mostra que as demandas de  $x_C$  e  $x_H$  são funções dos preços, da renda e da temperatura. Ela revela, também, a função indireta de utilidade,  $V(p, I, T)$ , que representa a utilidade máxima que se pode obter dados o preço, a renda e a temperatura.

Pode-se utilizar  $V(p, I, T)$  para obter uma expressão que represente o impacto das mudanças climáticas sobre o bem-estar, considerando-se a utilidade e os preços constantes. Como a utilidade é mantida constante, o consumidor deve ser compensado com variações em seu nível de renda  $I$  por variações na temperatura  $T$ . Dado que a renda é função de  $T$  nesta configuração, denotada por  $I^*(T)$ , para um determinado nível de utilidade e  $p$  fixo, há uma  $V(I^*(T), T)$  associada.

A derivada total de  $V$ , com respeito a  $T$ , ao longo de uma curva de indiferença, é:

$$\begin{aligned} dV/dT &= V_I(dI^*(T)/dT) + \partial V/\partial T = 0 \quad \text{ou} \\ dI^*(T)/dT &= -(\partial V/\partial T)/(\partial V/\partial I) \end{aligned} \quad (4)$$

O termo  $dI^*(T)/dT$  representa a variação na renda necessária para manter a utilidade constante quando  $T$  varia, ou seja, ele mede a disposição a pagar/aceitar para um decréscimo/acrécimo das temperaturas no verão. Teoricamente, ele é a medida correta do impacto das mudanças climáticas sobre o bem-estar relacionado à saúde.

5. Estudos indicam que o uso de ar-condicionado pode reduzir significativamente os riscos à saúde em dias de temperaturas altas (Semenza *et al.*, 1996). Vale ressaltar que outros bens privados poderiam ser incluídos na análise, tal como o acesso a planos de saúde. No entanto, a falta de dados, em nível municipal, sobre a cobertura populacional dos planos de saúde não permitiu incorporar esta variável na análise empírica. A omissão de dados de plano de saúde pode afetar os resultados. De um lado, possuir plano de saúde provavelmente aumenta a chance de sobrevivência de pessoas afetadas pelo clima. Por outro, representa um custo para o indivíduo. O efeito líquido do plano de saúde sobre o bem-estar relacionado à saúde dependerá da relação entre benefícios e custos.

Utilizando-se as derivadas de  $V$  e as condições de primeira ordem do problema de maximização, a expressão da disposição a pagar/aceitar pode ser reescrita como:

$$dI^*(T)/dT = -p[(\partial s/\partial T)/(\partial s/\partial x_H)] \quad (5)$$

Com algumas manipulações algébricas baseadas nas condições de primeira ordem e no fato de que  $\partial s/\partial T = ds/dT - (\partial s/\partial x_H)(\partial x_H/\partial T)$ , pois  $ds/dT = (\partial s/\partial x_H)(\partial x_H/\partial T) + \partial s/\partial T$ , obtém-se:

$$dI^*(T)/dT = -(ds/dT)(\partial U/\partial s)/\lambda + p(\partial x_H/\partial T) \quad (6)$$

em que  $\lambda$  é o multiplicador de Lagrange do problema de maximização ou a utilidade marginal da renda.

Da equação (6), a disposição a pagar/aceitar para uma variação na temperatura pode ser inferida de variações em  $s$  e  $x_H$ . Como o aumento da temperatura eleva o preço efetivo de sobrevivência, conclui-se que  $ds/dT \leq 0$  e  $\partial x_H/\partial T \geq 0$ . Dependendo de fatores exógenos, é possível que haja uma grande variação no consumo de  $x_H$  (em detrimento do consumo de  $x_C$ ) e uma pequena variação em  $s$ . Dados os propósitos deste estudo, o mais importante é que o efeito completo de variações exógenas na temperatura sobre o bem-estar reflete-se em variações na taxa de sobrevivência e no consumo de  $x_H$ . Vale ainda observar que estimações dos impactos das mudanças climáticas sobre o bem-estar relacionado à saúde que se limitem a seus efeitos sobre mortalidade – termo  $(ds/dT)(\partial U/\partial s)/\lambda$  na equação (6) –, não levando em conta os custos de adaptação às mudanças no clima – termo  $p(\partial x_H/\partial T)$  na mesma equação –, resultariam em um viés nos custos estimados.

Todos os componentes da equação (6) podem ser mensurados. A derivada total da função de sobrevivência, com respeito à temperatura ( $ds/dT$ ), é obtida por meio da estimação de equações epidemiológicas que não controlam  $x_H$ . O termo  $(\partial U/\partial s)/\lambda$  é o valor da desutilidade de uma variação na taxa de sobrevivência, ou seja, é o valor de uma vida estatística.<sup>6</sup> Com respeito ao último termo,  $p$  é o valor da tarifa de energia elétrica  $e$ , estimando-se a relação entre consumo de energia elétrica e temperatura, obtém-se  $\partial x_H/\partial T$ .

A estratégia empírica deste estudo tem uma ligação direta com a expressão (6), a qual servirá de base para o cálculo da disposição a pagar/aceitar da população

6. O valor de uma vida estatística é uma medida do valor da vida no contexto estatístico de uma população. Uma das formas de se estabelecer este valor é avaliando a relação entre risco de doença (ou mortalidade) no trabalho e nível salarial. A comparação do acréscimo de salário com o acréscimo de risco permite inferir o valor implícito de uma vida estatística.

brasileira pelas mudanças climáticas (o impacto das mudanças climáticas sobre o bem-estar relacionado à saúde).

### 3 METODOLOGIA

Nesta seção, apresentam-se, inicialmente, as equações que foram estimadas para avaliar como a mortalidade e o consumo residencial de energia elétrica são afetados por variações na temperatura, além das fórmulas utilizadas para prever o impacto das mudanças climáticas sobre a mortalidade e o consumo de energia elétrica nos períodos 2010-2039, 2040-2069 e 2070-2099. A seguir, discorre-se sobre o método empregado para calcular a disposição a pagar/aceitar da população brasileira pelas mudanças climáticas. Por fim, são apresentadas as fontes dos dados utilizados.

#### 3.1 Taxa de mortalidade

Para avaliar como as variações na temperatura afetam a taxa de mortalidade da população, estimou-se a seguinte equação:

$$Y_{ctd} = \sum_j \theta_{dj} TMEAN_{ctj} + \sum_l \delta_{dl} PREC_{ctl} + \alpha_{cd} + \gamma_{std} + \varepsilon_{ctd} \quad (7)$$

em que  $Y_{ctd}$  é a taxa de mortalidade (mortes por 100 mil habitantes) do grupo demográfico  $d$ , no município  $c$  e no ano  $t$ . Foram avaliados os efeitos sobre vinte grupos demográficos, originados da interação entre dez categorias de idade (0-1, 1-4, 5-14, 15-24, 25-34, 35-44, 45-54, 55-64, 65-74 e 75 anos ou mais) e gênero.  $\varepsilon_{ctd}$  é termo de erro estocástico.

As variáveis  $TMEAN_{ctj}$  denotam o número de meses, no ano  $t$  e no município  $c$ , em que a temperatura média mensal esteve em uma das seis faixas (abaixo de 15°C, 15-18, 18-21, 21-24, 24-27 e acima de 27°C). Essa estratégia de usar faixas de temperatura permite captar as relações não lineares entre temperatura e mortalidade, uma vez que favorece que os efeitos marginais sejam distintos nas diferentes faixas de temperatura. As variáveis  $PREC_{ctl}$  indicam o número de meses, no ano  $t$  e no município  $c$ , em que a precipitação total mensal esteve em uma das oito faixas (abaixo de 50 mm, 50-100, 100-150, 150-200, 200-250, 250-300, 300-350 e acima de 350 mm).

Os termos  $\alpha_{cd}$  são um conjunto de efeitos fixos de município por grupo demográfico. Eles captam, para cada grupo demográfico, todos os determinantes da taxa de mortalidade que são invariantes ao longo do tempo, específicos de cada município e não observados. Desse modo, diferenças na qualidade hospitalar permanente ou na saúde geral da população local, por exemplo, não perturbarão os efeitos das variáveis climáticas. Por fim, os termos  $\gamma_{std}$  são efeitos fixos Unidade da

Federação (UF)/ano que variam entre os grupos demográficos. Eles controlam as mudanças temporais na variável dependente que são comuns dentro de um grupo demográfico, em determinada UF. Devido à carência de dados, esses efeitos fixos foram empregados para tentar controlar os determinantes da mortalidade que variam entre as UFs e ao longo tempo, como condições de habitação, de saneamento e de nutrição da população, controle e imunização de doenças epidêmicas, número de leitos hospitalares e de profissionais de saúde por mil habitantes, gasto público com saúde *per capita* etc.

A abordagem utilizada permite identificar o impacto completo das variações na temperatura sobre a taxa de mortalidade da população. Deschênes e Moretti (2009), entre outros autores, sugerem que o efeito completo de dias quentes e frios sobre a mortalidade se estende por um período de aproximadamente trinta dias. Com isso, dado que a equação (7) utiliza a distribuição das temperaturas médias mensais durante o ano, os resultados de sua estimação devem ser livres do efeito antecipação dos períodos de temperatura elevada e dos impactos retardados dos períodos de baixas temperaturas. Assim, os coeficientes  $\theta_{dj}$  refletem o impacto completo de longo prazo de um mês com a temperatura média em determinada faixa.

A variável  $TMEAN_j$  referente à faixa de temperatura 21°C-24°C foi retirada da equação (7) durante sua estimação, de modo que cada coeficiente  $\theta_j$  representa a variação estimada na taxa de mortalidade, em relação à taxa associada a um mês com temperatura média entre 21°C e 24°C, causada por um mês com temperatura média na faixa  $j$ .

Os coeficientes estimados da equação (7) foram utilizados para prever o impacto das mudanças climáticas sobre a mortalidade nos períodos 2010-2039, 2040-2069 e 2070-2099. Para tal, a seguinte fórmula foi empregada:

$$M_{cd} = \frac{POP_{cd}}{100.000} \times \sum_j \hat{\theta}_{dj} \Delta TMEAN_{cj} \quad (8)$$

em que  $M_{cd}$  é o número adicional anual de mortes previsto para o grupo demográfico  $d$ , no município  $c$ ;  $POP_{cd}$  é a população média (no período 1980-2002) do grupo demográfico  $d$ , no município  $c$ ;  $\hat{\theta}_{dj}$  são os parâmetros estimados da equação (7) para o grupo demográfico  $d$ ; e  $\Delta TMEAN_{cj}$  é a diferença entre o número médio de meses por ano que o município  $c$  se deparará com temperaturas na faixa  $j$  no futuro (2010-2039, 2040-2069 ou 2070-2099) e o número médio de meses por ano em que o município observou temperaturas nesta mesma faixa no período 1980-2002.

As projeções de mudanças climáticas do IPCC são baseadas em diferentes cenários sobre as futuras emissões de GEE, as quais dependem das suposições que se faz a respeito da evolução de variáveis demográficas, tecnológicas e econômicas. As projeções

de temperatura para os períodos 2010-2039, 2040-2069 ou 2070-2099 utilizadas neste trabalho são baseadas em dois cenários elaborados pelo IPCC (2000): A1B e A2.

O uso dos cenários A1B e A2 possibilita avaliar os impactos futuros das mudanças climáticas em contextos de maior ou menor aumento da temperatura. Até meados do século, o cenário A1B é mais pessimista do que o A2, pois pressupõe um crescimento econômico mais rápido e, como consequência, prevê maiores emissões de GEE e elevação das temperaturas. Para a segunda metade do século, o cenário A2 torna-se mais pessimista que o A1B, pois supõe a continuidade do crescimento da população e da economia, tal que as emissões de GEE e os aumentos de temperatura são maiores que os previstos pelo A1B, que considera um declínio da população e a introdução de novas e mais eficientes tecnologias (IPCC, 2000).

### 3.2 Consumo residencial de energia elétrica

Acredita-se que as pessoas responderão às ameaças causadas pelas mudanças climáticas adquirindo bens que mitiguem os danos à saúde. Para se proteger do calor, por exemplo, passarão a usar mais ventiladores e aparelhos de ar-condicionado, o que acarretará um maior gasto com energia elétrica. Num caso extremo, se fosse possível uma proteção completa contra os danos, as mudanças climáticas não teriam efeitos mensuráveis sobre a saúde. Assim, uma análise que focasse apenas os efeitos sobre a saúde concluiria erroneamente que os impactos das mudanças climáticas são nulos.

Dessa forma, a seguinte equação foi estimada para o consumo residencial de energia elétrica:

$$\ln(C_{st}) = \sum_j \theta_j TMEAN_j + \sum_l \delta_l PREC_l + \beta_1 \ln(PIB_{st}) + \beta_2 \ln(TAR_{st}) + \alpha_s + \gamma_t + \varepsilon_{st} \quad (9)$$

em que os subscritos  $s$  e  $t$  indicam UF e ano, respectivamente;  $C$  é o consumo residencial *per capita* de energia elétrica (kWh);  $PIB$  é o PIB *per capita* (em reais),  $TAR$  é a tarifa de energia elétrica do setor residencial (R\$/kWh);  $\alpha_s$  são efeitos fixos das UFs;  $\gamma_t$  são efeitos fixos para os anos; e  $\varepsilon_{st}$  é o termo de erro estocástico. Exceto pelo fato de que as variáveis temperatura ( $TMEAN$ ) e precipitação ( $PREC$ ) agora são medidas em nível de UF, sua modelagem é idêntica à efetuada na equação (7).

A variável  $TMEAN_j$  referente à faixa de temperatura 21°C-24°C foi retirada durante a estimação da equação (9), de maneira que cada coeficiente  $\theta_j$  representa a variação estimada no consumo residencial anual *per capita* de energia elétrica, em relação ao consumo associado a um mês com temperatura média entre 21°C e 24°C, causada por um mês com temperatura média na faixa  $j$ .

As equações (7) e (9) foram estimadas com dados em painel. Empregou-se o modelo de efeitos fixos, pois este é mais apropriado quando as unidades de corte não são uma amostra aleatória (Greene, 2002). As unidades de corte, neste estudo, são todos os municípios brasileiros, para as equações de mortalidade, e todas as UFs, no caso da equação de consumo de energia.

Assim como no caso da mortalidade, os coeficientes estimados da equação (9) foram utilizados para prever o impacto das mudanças climáticas sobre o consumo residencial anual *per capita* de energia elétrica nos períodos 2010-2039, 2040-2069 e 2070-2099. A seguinte fórmula foi usada nas previsões:

$$C_s = CMEAN_s \times \sum_j \hat{\theta}_j \Delta TEAM_{sj} \quad (10)$$

em que  $C_s$  é a variação prevista no consumo residencial anual *per capita* de energia elétrica na UF  $s$ ;  $CMEAN_s$  é o consumo *per capita* anual médio da UF  $s$  no período 1991-2002;  $\hat{\theta}_j$  são os coeficientes estimados da equação (9); e  $\Delta TEAM_{sj}$  é a diferença entre o número médio de meses por ano em que a UF  $s$  se deparará com temperaturas na faixa  $j$  no futuro (2010-2039, 2040-2069 ou 2070-2099) e o número médio de meses por ano em que UF  $s$  observou temperaturas nesta mesma faixa no período 1991-2002.

As previsões do impacto das mudanças climáticas sobre o consumo residencial de energia elétrica também foram feitas considerando-se os cenários A1B e A2 do IPCC (2000).

### 3.3 Disposição a pagar para evitar as mudanças climáticas

O cálculo da disposição a pagar da população para evitar as mudanças climáticas (o impacto das mudanças climáticas sobre o bem-estar relacionado à saúde) baseia-se na expressão (6). O primeiro termo desta equação,  $(ds/dT)(\partial U/\partial s)/\lambda$ , indica o valor monetário anual dos impactos diretos das mudanças climáticas sobre a mortalidade;  $ds/dT$  corresponde ao número de anos de vida perdidos anualmente por causa das mudanças climáticas. Isso é obtido multiplicando-se o número adicional anual previsto de mortes para o grupo demográfico  $d$  – obtido com a equação (8) – por sua respectiva expectativa de vida. As expectativas de vida por grupo demográfico e sexo utilizadas neste cálculo são apresentadas na tabela 1 e fazem referência ao ano de 2002.

$(\partial U/\partial s)/\lambda$  é o valor da desutilidade de uma variação na taxa de sobrevivência, ou seja, é o valor de um ano de vida estatística. A questão da valoração da vida humana gera bastante polêmica. Entretanto, o objetivo do cálculo do valor de uma vida estatística não é encontrar o valor da vida humana, mas tentar estabelecer uma

*proxy* do custo econômico que a sociedade como um todo pode incorrer devido a uma alteração marginal na expectativa de vida de um indivíduo “estatístico” ou representativo de um determinado grupo que está sendo exposto ao risco de morte. O que se valoriza é a quantia gasta para reduzir o risco ou a quantia que a pessoa necessita como compensação para aceitar o risco.

TABELA 1

**Brasil: expectativa de vida, por sexo e faixa etária (2002)**

| Faixa etária | Expectativa de vida (anos) |          |
|--------------|----------------------------|----------|
|              | Homens                     | Mulheres |
| 0-1          | 67,9                       | 75,4     |
| 1-4          | 67,3                       | 74,5     |
| 5-14         | 60,7                       | 67,8     |
| 15-24        | 51,3                       | 58,1     |
| 25-34        | 42,8                       | 48,6     |
| 35-44        | 34,4                       | 39,3     |
| 45-54        | 26,5                       | 30,4     |
| 55-64        | 19,4                       | 22,4     |
| 65-74        | 13,4                       | 15,3     |
| 75 ou +      | 9,7                        | 10,8     |

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2003).

Obs.: O IBGE informa a expectativa de vida para as idades exatas. Calculou-se a expectativa por faixa etária como uma média aritmética das expectativas das idades que compõe cada faixa.

Para o cálculo da disposição a pagar para evitar as mudanças climáticas, utilizou-se o valor de um ano de vida estatística do trabalho de Ortiz, Markandya e Hunt (2009). Para a disposição média a pagar, eles encontraram um valor de um ano de vida estatística igual a US\$ 159.456; para a disposição mediana a pagar, US\$ 61.392.

O segundo termo da expressão (6),  $p(\partial x_H / \partial T)$ , representa o gasto anual adicional do setor residencial com energia elétrica, em que  $\partial x_H / \partial T$  é o consumo adicional previsto – obtido com a equação (10) – e  $p$  é a tarifa residencial média de energia elétrica. Somando-se os dois termos da expressão (6), é obtida uma medida monetária dos impactos das mudanças climáticas sobre o bem-estar relacionado à saúde.

### 3.4 Fonte de dados

Os dados sobre mortalidade utilizados neste estudo foram extraídos dos arquivos disponibilizados pelo Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (SUS) (Datasus, 2010). Por meio da internet, o Datasus e a Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS) fornecem as principais informações para tabulação sobre as bases de dados do Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM).

Cumpramos ressaltar que os dados do SIM apresentam problemas de sub-registro e de preenchimento incompleto das informações, principalmente quanto à causa básica de morte. O maior problema de sub-registro ocorre nos municípios menos desenvolvidos que, no caso brasileiro, compreendem os menos populosos. Desse modo, os dados sobre número de óbitos provavelmente são subestimados nos municípios pequenos. O preenchimento incompleto das informações de mortalidade, por outro lado, leva a um aumento do número de óbitos por causas mal definidas, reduzindo a mortalidade para causas específicas (Cavalini, 2007). Sendo assim, o uso dessas informações para analisar a relação entre temperatura e mortalidade pode acarretar algum viés quanto à magnitude dos parâmetros estimados e seus erros-padrão.<sup>7</sup>

Para calcular as taxas de mortalidade de cada grupo demográfico, utilizaram-se os dados de população por faixa etária e sexo dos municípios brasileiros fornecidos pelo Datasus. As informações sobre temperatura e precipitação observadas foram obtidas a partir da base de dados CL 2.0 10' do Climate Research Unit (CRU), da University of East Anglia (UEA) (CRU, 2011). Essas informações estão disponíveis até o ano de 2002.<sup>8</sup>

As informações sobre clima e taxas de mortalidade estão disponíveis em nível municipal. Entretanto, não é possível estimar a equação (7) com dados municipais. As alterações ocorridas no número, área e fronteira dos municípios tornam as comparações intertemporais em nível municipal inconsistentes. Assim, fez-se necessário agregar os municípios em áreas mínimas comparáveis (AMC), por meio da união ou junção das áreas daqueles alterados ou criados. A AMC é a área agregada do menor número de municípios necessários para que as comparações intertemporais sejam geograficamente consistentes (Reis, Pimentel e Alvarenga, 2007).<sup>9</sup>

Uma vez que as informações sobre população municipal (usadas para calcular as taxas de mortalidade) começam em 1980, e os dados climáticos terminam em 2002, a base de dados utilizada para analisar os impactos do clima sobre a mortalidade se estende de 1980 a 2002 (23 anos). Como as unidades de corte são 3.652 AMCs, tem-se um total de 83.996 observações disponíveis para a estimação da equação (7).

7. Os autores agradecem à professora Kenya Noronha do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional de Minas Gerais (Cedeplar) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) pelo alerta a respeito dos problemas apresentados pelos dados do SIM.

8. Os dados disponíveis para *download* no *site* do CRU estão em coordenadas geográficas. Eles foram sobrepostos na malha municipal brasileira de 2000 (disponibilizada pelo IBGE) com o uso do *software* ArcGIS. Utilizaram-se os seguintes critérios quando a correspondência não era unívoca: *i*) para os municípios sem observação, imputou-se o valor do polígono mais próximo ao município; e *ii*) nos municípios com mais de uma observação, efetuou-se a média dos valores. Na sequência, realizou-se a junção dos resultados das duas técnicas em planilha Excel.

9. Os dados de clima foram fornecidos por Eustáquio Reis e a compatibilização das informações de clima e saúde com as áreas mínimas comparáveis foi realizada por Márcia Pimentel, ambos pesquisadores do Ipea, a quem os autores agradecem.

Os dados sobre consumo residencial de energia elétrica (kWh) e Produto Interno Bruto (PIB) por UF foram compilados da base de dados macroeconômicos do Ipeadata (Ipea, 2010). Para o estado do Tocantins, eles só existem a partir de 1989, ano de sua criação. Assim, tornou-se necessário agregar as informações do Tocantins com as de Goiás, estado do qual foi desmembrado. Para o cálculo dos valores *per capita* de consumo de energia e PIB, utilizou-se a população anual fornecida pelo Datasus. As tarifas médias de energia elétrica do setor residencial foram fornecidas pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel). Estas informações foram disponibilizadas do ano de 1991 em diante.

Com isso, a base de dados disponível para a estimação da equação (9) é composta por 26 unidades de corte (pois os dados de Tocantins e Goiás estão agregados), observadas ao longo de doze anos (1991-2002), perfazendo um total de 312 observações.

As projeções climáticas foram fornecidas pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe). Elas são uma média das projeções de dez Modelos de Circulação Geral – General Circulation Models (GCMs) – do IPCC (2007). Detalhes sobre os GCMs podem ser vistos no anexo A. As projeções são baseadas nos cenários A2 e A1B, que representam especificações do IPCC sobre características socioeconômicas e tecnológicas futuras que determinam concentrações de gases que causam o aquecimento global.

O CPTEC/Inpe disponibilizou dados de projeções climáticas referentes ao valor médio para cada mês do ano ao longo de três períodos de 30 anos: 2010-2039, 2040-2069 e 2070-2099. Ao se trabalhar com dados médios para períodos de tempo em vez de anos específicos, evita-se selecionar uma projeção de um ano *outlier* – contudo, perdem-se informações sobre a variabilidade do clima ao longo dos anos que compõem cada período.

## 4 RESULTADOS

Nesta seção, faz-se, inicialmente, uma breve descrição dos dados de mortalidade utilizados. A seguir, apresentam-se as estimativas dos impactos das mudanças climáticas sobre a mortalidade e o consumo residencial de energia elétrica no Brasil. Por fim, expõem-se os valores calculados da disposição a pagar da população brasileira para evitar as mudanças climáticas.

### 4.1 Mortalidade

As principais causas de mortalidade no Brasil, entre 1980 e 2002, em ordem de importância, foram as doenças do aparelho circulatório, as causas externas (acidentes de trânsito, homicídios, suicídios, entre outros), os neoplasmas (tumores), as doenças do aparelho respiratório e as doenças infecciosas e parasitárias. Estas

cinco causas responderam por 62,1% e 64,1% das mortes de mulheres e homens, respectivamente. A tabela 2 apresenta a taxa de mortalidade anual média (mortes por 100 mil habitantes) da população brasileira entre 1980 e 2002, segundo as principais causas de morte, o sexo e a faixa etária.

Exceto no caso de mortes por neoplasmas de pessoas com idade entre 25 e 44 anos, as taxas de mortalidade masculinas são maiores que as femininas, independentemente da faixa etária e da causa de morte. A diferença torna-se mais evidente quando se observam as taxas de mortalidade por causas externas, em que a masculina é 4,8 vezes maior que a feminina para todas as idades e 7,8 vezes maior para a faixa etária 25-34 anos. Ao se considerar todas as idades e todas as causas de morte, a taxa de mortalidade masculina é de 690,6 mortes por 100 mil habitantes, contra 477,3 para o sexo feminino.

Ainda com relação à tabela 2, observa-se que a maior taxa de mortalidade ocorre na faixa de 75 anos ou mais (9.629,6 mortes por 100 mil habitantes para os homens e 8.103,4 para as mulheres). Na sequência, aparece a taxa de mortalidade das crianças com menos de um ano de idade (2.786,1 para as meninas e 3.527,4 para os meninos). A faixa etária 5-14 anos apresenta a menor taxa de mortalidade.

As doenças do aparelho circulatório são a principal causa de morte quando se consideram todas as idades. Para a população masculina como um todo, as causas externas são a segunda principal fonte de mortalidade. Entretanto, elas são a principal causa de morte para os homens entre 5 e 44 anos e respondem por 73% dos óbitos do grupo de 15-24 anos.

As doenças infecciosas, parasitárias e do aparelho respiratório estão entre as principais causas de mortalidade para as crianças de 0 a 4 anos.<sup>10</sup> As doenças do aparelho circulatório começam a ganhar destaque entre as causas de morte a partir do grupo de 25-34 anos de idade. A partir da faixa 45-54, ela é a principal causa de morte, tanto para mulheres como para homens.

Os neoplasmas são a segunda principal causa de morte entre as pessoas com idade entre 55 e 74 anos. A partir dos 75 anos, as doenças do aparelho respiratório passam a ocupar o posto de segunda principal causa de morte no Brasil.

---

10. Apesar de não constar na tabela, a principal causa de mortalidade das crianças com menos de um ano de idade são as afecções originadas no período perinatal, que envolvem, entre outras, crescimento fetal retardado, má nutrição fetal, prematuridade e trauma de parto.

TABELA 2  
**Brasil: taxa de mortalidade anual média (mortes por 100 mil habitantes) por causa de morte, sexo e faixa etária (1980-2002)**

|         | Todas as causas |           | Doenças infecciosas e parasitárias |           | Neoplasmas |           | Doenças do aparelho circulatório |           | Doenças do aparelho respiratório |           | Causas externas |           |
|---------|-----------------|-----------|------------------------------------|-----------|------------|-----------|----------------------------------|-----------|----------------------------------|-----------|-----------------|-----------|
|         | Feminino        | Masculino | Feminino                           | Masculino | Feminino   | Masculino | Feminino                         | Masculino | Feminino                         | Masculino | Feminino        | Masculino |
| 0-1     | 2.786,1         | 3.527,4   | 431,2                              | 543,5     | 5,3        | 5,3       | 16,6                             | 18,8      | 287,1                            | 362,8     | 30,7            | 38,9      |
| 1-4     | 137,7           | 152,8     | 26,0                               | 27,7      | 4,7        | 5,5       | 2,8                              | 2,8       | 24,4                             | 25,6      | 14,8            | 21,8      |
| 5-14    | 34,3            | 51,2      | 3,0                                | 3,8       | 3,3        | 4,2       | 2,0                              | 2,1       | 3,0                              | 3,3       | 11,2            | 23,8      |
| 15-24   | 66,4            | 204,9     | 4,6                                | 6,6       | 4,6        | 6,4       | 6,5                              | 7,8       | 4,3                              | 5,7       | 22,9            | 149,5     |
| 25-34   | 115,2           | 329,0     | 10,1                               | 20,2      | 12,9       | 10,9      | 19,5                             | 26,6      | 7,2                              | 12,0      | 23,5            | 182,7     |
| 35-44   | 228,8           | 503,7     | 14,6                               | 34,7      | 42,4       | 33,4      | 61,2                             | 92,7      | 12,9                             | 24,5      | 23,8            | 159,9     |
| 45-54   | 492,8           | 936,5     | 23,2                               | 51,9      | 109,0      | 120,7     | 165,4                            | 277,5     | 27,7                             | 51,7      | 26,0            | 145,3     |
| 55-64   | 1.054,8         | 1.849,6   | 38,7                               | 74,9      | 212,6      | 310,1     | 397,2                            | 678,0     | 71,4                             | 134,1     | 30,3            | 133,8     |
| 65-74   | 2.473,9         | 3.776,1   | 71,0                               | 114,2     | 371,2      | 591,4     | 1.023,0                          | 1.479,1   | 199,8                            | 367,6     | 48,2            | 136,5     |
| 75 ou + | 8.103,4         | 9.629,6   | 178,6                              | 223,0     | 649,9      | 1.010,0   | 3.471,4                          | 3.663,4   | 860,5                            | 1.182,9   | 133,4           | 217,0     |
| Todas   | 477,3           | 690,6     | 27,8                               | 41,1      | 54,7       | 66,7      | 145,7                            | 170,7     | 42,9                             | 58,0      | 23,8            | 114,1     |

Fonte: Datasus (2010). Elaboração dos autores.

Obs.: De 1979 a 1995, as declarações de óbito eram codificadas utilizando-se a 9ª Revisão da Classificação Internacional de Doenças (CID-9). A partir de 1996, passou-se a utilizar a 10ª Revisão (CID-10).

Doenças infecciosas e parasitárias: capítulo I da CID-9 e da CID-10; códigos 001-139 da CID-9 e A00-B99 da CID-10.

Neoplasmas: capítulo II da CID-9 e da CID-10; códigos 140-239 da CID-9 e C00-D48 da CID-10.

Doenças do aparelho circulatório: capítulo VII da CID-9 e IX da CID-10; códigos 390-459 da CID-9 e I00-199 da CID-10.

Doenças do aparelho respiratório: capítulo VIII da CID-9 e X da CID-10; códigos 460-519 da CID-9 e J00-199 da CID-10.

Causas externas: capítulo XVII da CID-9 e XX da CID-10; códigos E800-E999 da CID-9 e V01-Y98 da CID-10.

## 4.2 Impacto das mudanças climáticas sobre a mortalidade

Inicialmente, estimou-se a equação (7) para as principais causas de mortalidade, considerando-se a população como um todo (sem distinção de sexo e faixa etária). Os coeficientes estimados das variáveis de temperatura (*TMEAN*) são apresentados na tabela 3 e no gráfico 1. As equações também incluem variáveis de precipitação (*PREC*) e efeitos fixos para municípios e UF/ano. Essas variáveis são utilizadas como controle, pois o interesse deste estudo é avaliar apenas o impacto da temperatura. Além disso, não há na literatura uma indicação de relação entre nível de precipitação e mortalidade, exceto no caso das mortes por inundações, o que não pode ser inferido com os dados disponíveis.

Como se observa na tabela 3, a relação entre temperatura e mortalidade é mais evidente nas equações de mortalidade por doenças do aparelho circulatório e por todas as causas de morte. Os resultados mostram que, estatisticamente, a relação mais clara entre temperatura e mortalidade se dá para as mortes relacionadas a problemas do aparelho circulatório (os parâmetros das variáveis *TMEAN* são todos estatisticamente diferentes de zero ao nível de 10% de significância).

Observando-se o gráfico 1, percebe-se que temperatura e mortalidade por doenças do aparelho circulatório possuem uma relação não linear na forma de um J invertido, tal que temperaturas mais baixas e mais altas elevam a taxa de mortalidade, mas as primeiras são mais nocivas. Um mês com temperatura média abaixo de 15°C, tudo o mais permanecendo constante, aumenta a taxa anual de mortalidade por doenças do aparelho circulatório em 3,59 mortes por 100 mil habitantes (em relação à taxa de mortalidade relacionada a um mês com temperaturas na faixa de 21°C-24°C). No outro extremo, um mês com temperatura média acima de 27°C aumenta a taxa de mortalidade em 0,66 por 100 mil. Deschênes e Moretti (2009) e Barreca (2009) também encontraram que as baixas temperaturas têm maior impacto que as altas sobre a mortalidade por doenças cardiovasculares nos Estados Unidos.

Como as mortes por doenças do aparelho circulatório respondem por 25% a 30% da mortalidade total no Brasil, isso também confere à relação entre temperatura e mortalidade geral a forma de um J invertido. Um mês com temperatura média abaixo de 15°C eleva a taxa de mortalidade geral em 5,22 mortes por 100 mil habitantes; e um mês com temperatura acima de 27°C, em 1,85. Barreca (2009) também encontrou uma relação na forma de J invertido entre temperatura e mortalidade.

Para as outras causas de morte, a relação entre temperatura e mortalidade apresentou pouca significância estatística. Porém, pode-se observar, pelo formato das curvas, que parece existir uma relação positiva para as mortes por doenças infecciosas, de maneira que uma maior frequência de meses com temperaturas

mais altas eleva a taxa de mortalidade (principalmente na faixa 24°C-27°C), e uma relação negativa para a mortalidade relacionada a doenças respiratórias, de tal modo que as mortes aumentam se o número de meses frios é maior. No caso de mortes por neoplasmas ou causas externas, não houve nenhum parâmetro com significância estatística menor ou igual a 10%. Barreca (2009) e Deschênes e Moretti (2009) também não encontraram evidência de relação entre temperatura e mortes por neoplasmas.

TABELA 3

**Brasil: coeficientes estimados para o impacto da temperatura sobre a taxa de mortalidade, segundo as principais causas de morte (1980-2002)**

| Variável                      | Infecciosas | Circulatório | Respiratório | Neoplasmas | Causas externas | Todas      |
|-------------------------------|-------------|--------------|--------------|------------|-----------------|------------|
| <i>TMEAN</i> <sub>1</sub>     | -0,168      | 3,589***     | 0,324        | -0,410     | 0,236           | 5,225**    |
| <i>TMEAN</i> <sub>2</sub>     | -0,261      | 2,345***     | -0,011       | 0,262      | -0,068          | 2,586*     |
| <i>TMEAN</i> <sub>3</sub>     | -0,101      | 1,099***     | 0,154        | 0,059      | 0,027           | 0,823      |
| <i>TMEAN</i> <sub>5</sub>     | 0,278***    | 0,413*       | -0,128       | 0,001      | 0,029           | 0,607      |
| <i>TMEAN</i> <sub>6</sub>     | 0,204       | 0,658*       | -0,383**     | 0,060      | 0,323           | 1,854*     |
| <i>Constante</i>              | 21,519***   | 144,504***   | 49,798***    | 60,379***  | 50,091***       | 514,619*** |
| <i>R</i> <sup>2</sup> within  | 0,108       | 0,095        | 0,098        | 0,138      | 0,062           | 0,157      |
| <i>R</i> <sup>2</sup> between | 0,142       | 0,452        | 0,074        | 0,036      | 0,056           | 0,286      |
| <i>R</i> <sup>2</sup> overall | 0,118       | 0,340        | 0,081        | 0,008      | 0,058           | 0,232      |
| F                             | 15,870***   | 13,800***    | 14,300***    | 20,980***  | 8,700***        | 24,500***  |

Fonte: Resultado da pesquisa.

Notas: \*Significativo a 10%.

\*\*Significativo a 5%.

\*\*\*Significativo a 1%.

Obs.: *TMEAN*<sub>1</sub> = número de meses, por ano, com temperatura média abaixo de 15°C.

*TMEAN*<sub>2</sub> = número de meses, por ano, com temperatura média entre 15°C e 18°C.

*TMEAN*<sub>3</sub> = número de meses, por ano, com temperatura média entre 18°C e 21°C.

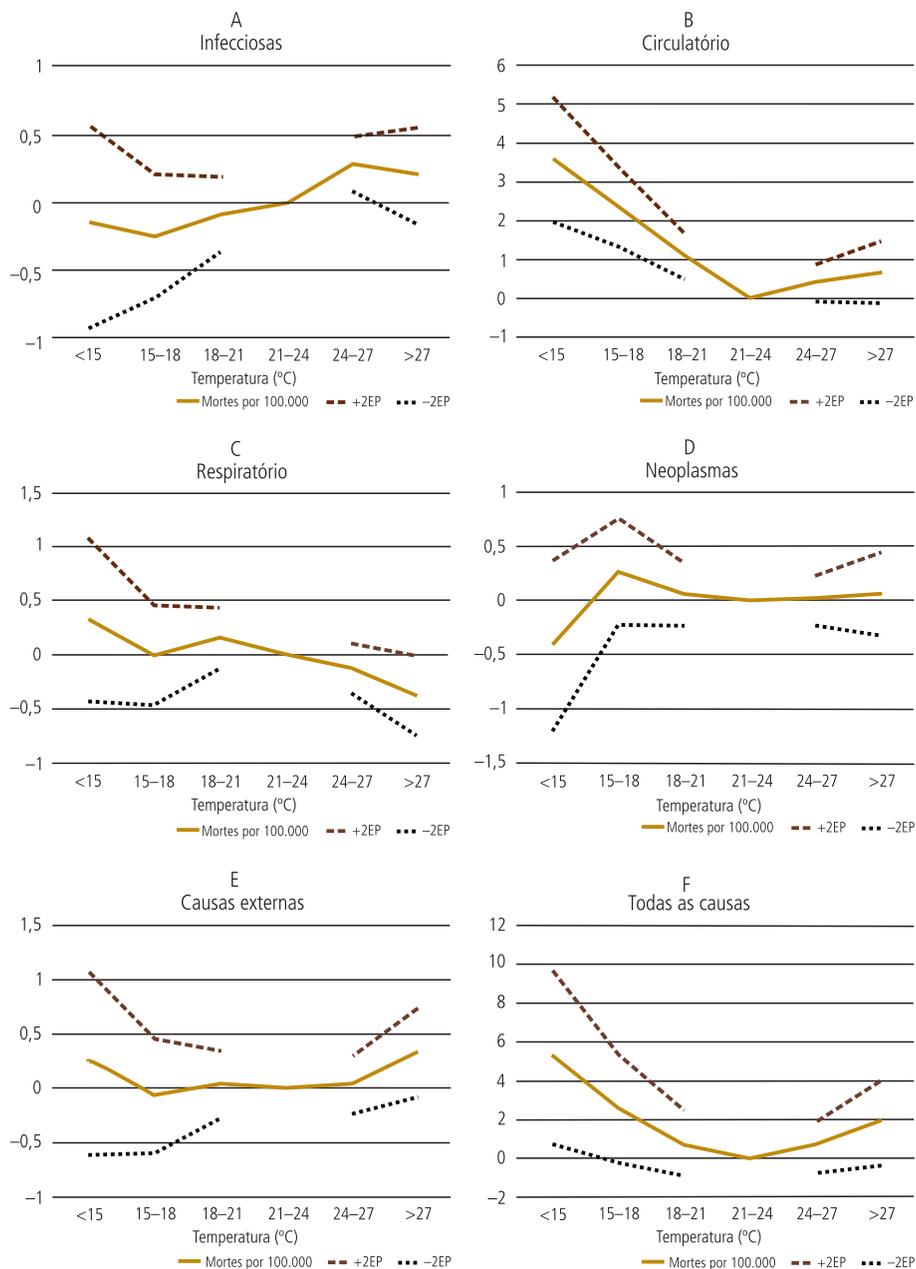
*TMEAN*<sub>5</sub> = número de meses, por ano, com temperatura média entre 24°C e 27°C.

*TMEAN*<sub>6</sub> = número de meses, por ano, com temperatura média acima de 27°C.

As equações estimadas, portanto, parecem descrever o comportamento esperado. Conforme sugerido pela literatura, as baixas temperaturas têm maior efeito de longo prazo sobre a mortalidade. Assim como encontrado por Deschênes e Moretti (2009), as doenças do aparelho circulatório revelam-se o principal canal por meio do qual a temperatura afeta a mortalidade.

GRÁFICO 1

**Brasil: coeficientes estimados para o impacto da temperatura sobre a taxa de mortalidade, segundo as principais causas de morte (1980-2002)**



Fonte: Resultado da pesquisa.

Obs.: EP = erro-padrão.

A tabela 4 mostra o impacto das temperaturas médias mensais sobre a taxa anual de mortalidade da população brasileira, considerando-se todas as causas de morte. Os resultados são reportados por sexo e faixa etária. A relação entre temperatura e mortalidade é mais clara nas equações para as primeiras e as últimas faixas etárias. No geral, os resultados mostram uma relação não linear em forma de U ou J invertido entre temperatura e mortalidade, de modo que quanto maior a frequência de meses no ano com temperaturas muito baixas ou altas, maior a taxa de mortalidade. Há um maior número de parâmetros significativos para as primeiras faixas etárias (menor que 1 ano, 1-4 e 5-14 anos). A alta vulnerabilidade nas primeiras faixas etárias está em linha com os resultados de Rosenberg *et al.* (2000). Para as faixas etárias 15-24 e 25-34 anos, o impacto da temperatura sobre a mortalidade é praticamente nulo, tanto pela magnitude quanto pela significância dos coeficientes. Os parâmetros tornam-se maiores novamente nas faixas etárias mais elevadas, implicando maiores efeitos de variações na temperatura sobre a mortalidade.

A magnitude dos parâmetros estimados das equações relativas ao sexo masculino é, na maioria da vezes, maior que a dos referentes ao sexo feminino, refletindo o fato de que os homens possuem uma maior probabilidade de morte, independentemente da faixa etária. Temperaturas extremas afetam consideravelmente crianças com menos de 1 ano de idade, principalmente as do sexo masculino. Um mês com temperatura abaixo de 15°C eleva a taxa anual de mortalidade em 121,44 mortes por 100 mil habitantes para os meninos e 14,39 para as meninas (este último não é estatisticamente significativo). No outro extremo, um mês com a temperatura média acima dos 27°C aumenta a taxa de mortalidade em 66,33 para os meninos e 37,41 para as meninas.

Para entender melhor essa diferença no impacto da temperatura sobre a morte de bebês de diferentes sexos, estimaram-se também equações de mortalidade por doenças infecciosas, respiratórias e do aparelho circulatório para crianças com menos de 1 ano de idade (tabela 5).

Conforme os resultados, o maior efeito das temperaturas sobre a taxa de mortalidade dos bebês do sexo masculino parece ter relação com as doenças infecciosas e parasitárias (especialmente as ligadas ao frio), que são a principal causa de morte entre as crianças com menos de 1 ano de idade, depois das afecções originadas no período perinatal (tabela 2). Um mês com temperaturas abaixo de 15°C, por exemplo, eleva a taxa anual de mortalidade por doenças infecciosas e parasitárias dos bebês masculinos em 31,13 mortes por 100 mil habitantes, contra 21,6 no caso dos femininos.

TABELA 4  
**Brasil: coeficientes estimados para o impacto da temperatura sobre a taxa de mortalidade (todas as causas de morte), por gênero e faixa etária (1980-2002)**

| Variável      | 0-1          | 1-4       | 5-14      | 15-24      | 25-34      | 34-44      | 45-54      | 55-64        | 65-74        | 75 ou +      |
|---------------|--------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|--------------|--------------|--------------|
| Feminino      |              |           |           |            |            |            |            |              |              |              |
| $TMEAN_1$     | 14,393       | 3,030     | 1,533*    | 0,466      | 0,629      | 7,675**    | 0,865      | 4,317        | 26,238       | 41,268       |
| $TMEAN_2$     | 9,967        | -2,243    | 0,624     | -0,629     | 0,346      | 3,184      | 2,586      | 0,016        | 0,638        | 3,432        |
| $TMEAN_3$     | -1,992       | -2,136*   | 0,636*    | -0,623     | -0,095     | 1,663      | -4,288**   | -3,461       | -1,260       | -10,589      |
| $TMEAN_4$     | 14,644       | 0,132     | 0,261     | 0,288      | 0,943      | 0,592      | 1,807      | 1,866        | 15,155**     | 15,593       |
| $TMEAN_5$     | 37,408**     | 4,113**   | 0,274     | 0,857      | 1,237      | 1,673      | 3,119      | -1,658       | 19,050*      | 14,007       |
| Constante     | 1.285,502*** | 46,940*** | 19,044*** | 47,524***  | 65,510***  | 155,419*** | 389,911*** | 836,416***   | 1.977,049*** | 7.069,927*** |
| $R^2$ within  | 0,214        | 0,130     | 0,023     | 0,019      | 0,028      | 0,028      | 0,024      | 0,029        | 0,044        | 0,052        |
| $R^2$ between | 0,311        | 0,249     | 0,079     | 0,124      | 0,140      | 0,199      | 0,296      | 0,378        | 0,408        | 0,314        |
| $R^2$ overall | 0,253        | 0,159     | 0,025     | 0,028      | 0,039      | 0,050      | 0,074      | 0,115        | 0,145        | 0,128        |
| F             | 35,800***    | 19,590*** | 3,100***  | 2,500***   | 3,790***   | 3,750***   | 3,210***   | 3,870***     | 6,050***     | 7,200***     |
| Masculino     |              |           |           |            |            |            |            |              |              |              |
| $TMEAN_1$     | 121,439***   | 4,499     | 2,180**   | 1,696      | -0,727     | 1,659      | -20,881*** | -16,033      | 1,382        | -53,967      |
| $TMEAN_2$     | 48,900**     | 3,135     | 0,652     | -0,777     | -0,396     | -2,048     | -5,604     | -5,630       | 18,100       | -3,158       |
| $TMEAN_3$     | 22,455       | 1,292     | 0,123     | -1,062     | -0,013     | -2,580     | -1,819     | -5,345       | 3,542        | 8,688        |
| $TMEAN_4$     | 16,088       | 1,054     | -0,026    | -0,106     | 0,750      | -0,617     | -1,431     | -6,760*      | -8,520       | -7,184       |
| $TMEAN_5$     | 66,333***    | 4,462***  | 0,046     | 1,154      | 1,089      | -2,248     | 0,677      | -13,067**    | -8,542       | -55,121**    |
| Constante     | 1.508,333*** | 49,579*** | 33,705*** | 143,526*** | 223,317*** | 397,503*** | 689,881*** | 1.414,704*** | 2.990,129*** | 8.234,289*** |
| $R^2$ within  | 0,240        | 0,130     | 0,028     | 0,018      | 0,027      | 0,029      | 0,032      | 0,036        | 0,046        | 0,056        |
| $R^2$ between | 0,303        | 0,244     | 0,130     | 0,024      | 0,087      | 0,254      | 0,288      | 0,398        | 0,406        | 0,280        |
| $R^2$ overall | 0,267        | 0,159     | 0,036     | 0,017      | 0,039      | 0,077      | 0,100      | 0,157        | 0,180        | 0,126        |
| F             | 41,590***    | 19,630*** | 3,750***  | 2,430***   | 3,670***   | 3,950***   | 4,370***   | 4,870***     | 6,300***     | 7,830***     |

Fonte: Resultado da pesquisa.

Notas: \*Significativo a 10%. \*\*Significativo a 5%. \*\*\*Significativo a 1%.

Obs.:  $TMEAN_1$  = número de meses, por ano, com temperatura média abaixo de 15°C.

$TMEAN_2$  = número de meses, por ano, com temperatura média entre 15°C e 18°C.

$TMEAN_3$  = número de meses, por ano, com temperatura média entre 18°C e 21°C.

$TMEAN_4$  = número de meses, por ano, com temperatura média entre 24°C e 27°C.

TABELA 5

**Brasil: coeficientes estimados para o impacto da temperatura sobre a taxa de mortalidade de bebês e idosos, por gênero e principais causas de morte (1980-2002)**

| Variável      | Circulatório |              | Infecciosas |            | Respiratório |              |
|---------------|--------------|--------------|-------------|------------|--------------|--------------|
|               | 0-1          | 75 ou +      | 0-1         | 75 ou +    | 0-1          | 75 ou +      |
|               | Feminino     |              |             |            |              |              |
| $TMEAN_1$     | -0,513       | 85,104**     | 21,564**    | 0,844      | 20,447***    | -9,850       |
| $TMEAN_2$     | 0,427        | 51,974**     | 9,475       | -2,741     | 7,732*       | -1,457       |
| $TMEAN_3$     | 0,595        | 27,866**     | 4,815       | -2,330     | 2,747        | 0,114        |
| $TMEAN_5$     | 0,241        | 2,744        | 10,251***   | -1,305     | 5,107**      | -8,353*      |
| $TMEAN_6$     | 0,156        | 7,990        | 7,095       | -3,606     | 4,829        | -8,052       |
| Constante     | 7,914        | 2.692,901*** | 88,229***   | 168,431*** | 76,596***    | 870,456***   |
| $R^2$ within  | 0,007        | 0,038        | 0,093       | 0,007      | 0,052        | 0,039        |
| $R^2$ between | 0,023        | 0,551        | 0,069       | 0,136      | 0,214        | 0,022        |
| $R^2$ overall | 0,007        | 0,256        | 0,088       | 0,024      | 0,072        | 0,034        |
| F             | 0,940        | 5,180***     | 13,520***   | 0,940      | 7,170***     | 5,300***     |
|               | Masculino    |              |             |            |              |              |
| $TMEAN_1$     | 1,884        | 78,966**     | 31,135***   | -23,850**  | 7,652        | -12,348      |
| $TMEAN_2$     | 2,526*       | 61,591***    | 15,290**    | -10,350*   | 2,553        | -10,614      |
| $TMEAN_3$     | 2,913***     | 42,481***    | 10,327**    | 0,793      | 3,124        | -2,182       |
| $TMEAN_5$     | 0,242        | 18,599*      | 13,495***   | -5,059*    | 5,845**      | -11,930**    |
| $TMEAN_6$     | 0,380        | 14,638       | 8,788       | -4,706     | 4,034        | -17,599**    |
| Constante     | 9,990        | 2.717,038*** | 51,281      | 230,362*** | 91,867***    | 1.289,648*** |
| $R^2$ within  | 0,009        | 0,046        | 0,106       | 0,008      | 0,070        | 0,050        |
| $R^2$ between | 0,029        | 0,556        | 0,050       | 0,147      | 0,199        | 0,016        |
| $R^2$ overall | 0,007        | 0,268        | 0,092       | 0,026      | 0,087        | 0,019        |
| F             | 1,140***     | 6,270***     | 15,650***   | 1,070      | 9,940***     | 6,960***     |

Fonte: Resultado da pesquisa.

Notas: \*Significativo a 10%.

\*\*Significativo a 5%.

\*\*\*Significativo a 1%.

Obs.:  $TMEAN_1$  = número de meses, por ano, com temperatura média abaixo de 15°C.

$TMEAN_2$  = número de meses, por ano, com temperatura média entre 15°C e 18°C.

$TMEAN_3$  = número de meses, por ano, com temperatura média entre 18°C e 21°C.

$TMEAN_5$  = número de meses, por ano, com temperatura média entre 24°C e 27°C.

$TMEAN_6$  = número de meses, por ano, com temperatura média acima de 27°C.

Estudos apontam que os bebês do sexo masculino têm maior probabilidade de morrer que os do sexo feminino. Segundo Ferreira (1990), um dos motivos para essa diferença é que o processo de maturação dos pulmões durante o desenvolvimento fetal é mais lento para o sexo masculino. Além disso, as meninas têm um sistema imunológico mais forte e os meninos têm 60% a mais de chances de nascer prematuros e sofrer de problemas respiratórios e outras complicações. Os meninos tendem a provocar partos com maior risco e dificuldade, por terem o corpo e a cabeça maiores.

Quanto aos idosos, os resultados da tabela 4 indicam que as altas temperaturas têm um efeito positivo sobre a mortalidade feminina (algumas vezes estatisticamente não significativo, como na faixa 75 anos ou mais) e negativo sobre a mortalidade masculina. Como sugerem os resultados reportados na tabela 5, isso parece ter relação com as doenças do aparelho respiratório, que são a segunda principal causa de morte entre as pessoas com 75 anos ou mais (tabela 2). Os idosos do sexo masculino parecem ser mais sensíveis a essas doenças e as temperaturas mais elevadas tendem a beneficiá-los: um mês com temperatura acima de 27°C reduz a taxa de mortalidade deles em 17,60 mortes por 100 mil habitantes, contra 8,05 no caso delas (não significativo estatisticamente, neste último caso).

A tabela 6 mostra as estimativas dos impactos das mudanças climáticas sobre a mortalidade anual no Brasil nos períodos 2010-2039, 2040-2069 e 2070-2099. Estes resultados foram obtidos a partir dos coeficientes estimados da equação (7) e das projeções de variação das temperaturas médias mensais.

Empregando-se a expressão (8), encontrou-se o número anual adicional de mortes devido às mudanças climáticas para cada grupo demográfico de cada AMC nos períodos 2010-2039, 2040-2069 e 2070-2099. A seguir, somou-se o número de mortes de todas as AMCs para cada grupo demográfico, obtendo-se a mortalidade adicional para cada grupo no Brasil como um todo.

Os resultados mostram que o maior aumento no número de mortes anuais nos três períodos é previsto para as crianças com menos de 1 ano de idade. No período 2010-2039, por exemplo, estima-se que haverá cerca de 631 mortes adicionais por ano entre as meninas e 774 entre os meninos (cenário A1B). Entretanto, a maior variação percentual na taxa anual de mortalidade ocorrerá na faixa etária 1-4 anos. Entre 2010 e 2039, por exemplo, o número adicional anual de mortes nesta faixa equivale a um aumento de 4,8% e 2,5% em relação à taxa de mortalidade anual média feminina e masculina, respectivamente, do período 1980-2002 (de acordo com o cenário A1B).

Para algumas faixas etárias (5-14, 35-44 e 55-64), prevê-se que as mudanças climáticas provocarão uma pequena redução no número anual de mortes, tanto para homens quanto para mulheres. Para as faixas etárias 65-74 e 75 anos ou mais, os resultados são diferentes entre homens e mulheres: enquanto para elas está previsto um aumento na mortalidade anual, para eles projeta-se uma redução. Isso ocorre principalmente por causa da relação inversa entre altas temperaturas e mortalidade de idosos do sexo masculino. Como se prevê um aumento na frequência de meses mais quentes no futuro, os resultados deste estudo têm indicado uma queda da mortalidade entre os homens idosos.

TABELA 6

**Brasil: estimativa do impacto das mudanças climáticas sobre a mortalidade anual (2010-2039, 2040-2069 e 2070-2099)**

| Faixa etária | Feminino       |                |  |            | Masculino      |                |  |            |
|--------------|----------------|----------------|--|------------|----------------|----------------|--|------------|
|              | Mortes anuais  |                | Variação na taxa de mortalidade (%) <sup>1</sup> |            | Mortes anuais  |                | Variação na taxa de mortalidade (%) <sup>1</sup> |            |
|              | A1B            | A2             | A1B  | A2         | A1B            | A2             | A1B  | A2         |
| 2010-2039    |                |                |  |            |                |                |  |            |
| 0-1          | 631,4          | 607,9          | 1,4  | 1,3        | 773,6          | 780,2          | 1,3  | 1,3        |
| 1-4          | 424,9          | 408,2          | 4,8  | 4,6        | 259,1          | 255,7          | 2,5  | 2,5        |
| 5-14         | -62,0          | -55,5          | -1,1   | -1,0       | -82,9          | -73,0          | -1,0   | -0,8       |
| 15-24        | 174,3          | 165,8          | 1,8  | 1,7        | 251,8          | 244,1          | 0,8  | 0,8        |
| 25-34        | 87,6           | 83,2           | 0,6  | 0,6        | 129,9          | 120,3          | 0,4  | 0,3        |
| 35-44        | -132,5         | -112,5         | -0,7   | -0,6       | -103,9         | -100,3         | -0,2   | -0,2       |
| 45-54        | 171,9          | 169,0          | 0,6  | 0,6        | 454,9          | 416,3          | 0,8  | 0,8        |
| 55-64        | -87,2          | -82,9          | -0,2   | -0,2       | -173,1         | -171,4         | -0,3   | -0,2       |
| 65-74        | 214,3          | 205,4          | 0,3  | 0,3        | -261,8         | -237,9         | -0,3   | -0,3       |
| 75 ou +      | 39,2           | 42,8           | 0,0  | 0,0        | -540,5         | -528,5         | -0,5   | -0,5       |
| <b>Total</b> | <b>1.462,0</b> | <b>1.431,5</b> | <b>0,4</b>                                       | <b>0,4</b> | <b>707,1</b>   | <b>705,4</b>   | <b>0,1</b>                                       | <b>0,1</b> |
| 2040-2069    |                |                |  |            |                |                |  |            |
| 0-1          | 1.353,2        | 1.343,6        | 3,0  | 3,0        | 1.783,3        | 1.794,3        | 3,0  | 3,0        |
| 1-4          | 845,3          | 834,5          | 9,5  | 9,3        | 550,2          | 552,4          | 5,4  | 5,4        |
| 5-14         | -72,3          | -68,8          | -1,3   | -1,2       | -132,2         | -128,0         | -1,5   | -1,5       |
| 15-24        | 381,4          | 374,2          | 3,9  | 3,8        | 522,5          | 515,0          | 1,8  | 1,7        |
| 25-34        | 253,3          | 250,2          | 1,9  | 1,8        | 309,7          | 304,5          | 0,8  | 0,8        |
| 35-44        | -138,0         | -126,8         | -0,7   | -0,6       | -232,1         | -239,2         | -0,5   | -0,6       |
| 45-54        | 387,6          | 384,8          | 1,3  | 1,3        | 722,0          | 709,2          | 1,3  | 1,3        |
| 55-64        | -143,5         | -147,3         | -0,3   | -0,3       | -625,5         | -627,1         | -0,9   | -0,9       |
| 65-74        | 794,1          | 782,4          | 1,3  | 1,2        | -672,3         | -651,5         | -0,8   | -0,8       |
| 75 ou +      | 270,9          | 263,8          | 0,2  | 0,2        | -1.297,5       | -1.289,1       | -1,3   | -1,3       |
| <b>Total</b> | <b>3.932,0</b> | <b>3.890,6</b> | <b>1,1</b>                                       | <b>1,1</b> | <b>928,1</b>   | <b>940,4</b>   | <b>0,2</b>                                       | <b>0,2</b> |
| 2070-2099    |                |                |  |            |                |                |  |            |
| 0-1          | 1.984,8        | 2.296,9        | 4,4  | 5,1        | 2.806,9        | 3.243,7        | 4,7  | 5,5        |
| 1-4          | 1.209,1        | 1.394,5        | 13,5   | 15,6       | 832,4          | 953,8          | 8,2  | 9,3        |
| 5-14         | -69,7          | -81,0          | -1,2   | -1,4       | -148,6         | -154,8         | -1,7   | -1,8       |
| 15-24        | 554,0          | 652,5          | 5,7  | 6,7        | 774,6          | 916,2          | 2,6  | 3,1        |
| 25-34        | 394,3          | 476,2          | 2,9  | 3,5        | 447,1          | 517,3          | 1,2  | 1,4        |
| 35-44        | -65,5          | -49,8          | -0,3   | -0,2       | -370,7         | -389,9         | -0,9   | -0,9       |
| 45-54        | 606,9          | 790,3          | 2,1  | 2,7        | 889,2          | 959,9          | 1,7  | 1,8        |
| 55-64        | -221,7         | -211,4         | -0,5   | -0,5       | -1.068,9       | -1.266,2       | -1,5   | -1,8       |
| 65-74        | 1.274,6        | 1.556,2        | 2,0  | 2,5        | -943,0         | -1.085,4       | -1,1   | -1,3       |
| 75 ou +      | 455,9          | 606,5          | 0,4  | 0,5        | -2.016,0       | -2.369,4       | -2,0   | -2,4       |
| <b>Total</b> | <b>6.122,7</b> | <b>7.430,8</b> | <b>1,7</b>                                       | <b>2,1</b> | <b>1.202,9</b> | <b>1.325,2</b> | <b>0,2</b>                                       | <b>0,3</b> |

Fonte: Resultado da pesquisa.

Nota: <sup>1</sup>Variação percentual anual média na taxa de mortalidade em relação à taxa anual média de mortalidade do período 1980-2002.

Esse impacto benéfico das mudanças climáticas sobre a mortalidade dos idosos masculinos tem um efeito redutor sobre o cômputo geral do número de mortes anuais adicionais para os homens. Como resultado disso, nos três períodos analisados, o número anual adicional de mortes de mulheres é bem superior ao dos homens.

O número adicional anual de mortes previsto para o período 2010-2039 equivale a um aumento de 0,4% e 0,1%, em relação à taxa de mortalidade anual média de homens e mulheres, no período 1980-2002. O número adicional de mortes de mulheres no período 2040-2069 (3.932 por ano, no cenário A1B) será 2,7 vezes maior do que o previsto para o período 2010-2039 (1.462) e, no período 2070-2099, será 4 a 5 vezes maior (6.123). Para os homens, projeta-se um incremento anual no número de mortes menor: 707, em 2010-2039; 928, em 2040-2069; e 1.203, em 2070-2099.

Em 2070-2099, os resultados mostram maiores impactos no cenário A2 que no A1B. Até a metade do século, o cenário A1B prevê maior elevação da temperatura, em razão do crescimento econômico muito rápido. Em meados do século, a população global alcançará um pico, passará a declinar, e novas e mais eficientes tecnologias serão rapidamente introduzidas. O cenário A2, por seu lado, pressupõe um crescimento econômico mais lento, de modo que, inicialmente, haverá menores emissões e elevação da temperatura. Como a população e a economia continuarão crescendo, esse cenário prevê maior nível de emissões e elevação da temperatura nas últimas décadas deste século (IPCC, 2000).

Deschênes e Greenstone (2007) calcularam o impacto estimado das mudanças climáticas sobre a mortalidade anual nos Estados Unidos, no período 2070-2099, aplicando o cenário A1F1 ao modelo Hadley 3. Para esse país, eles encontraram que o maior aumento anual da mortalidade se dará na faixa etária 75 anos ou mais. O número adicional de mortes nessa faixa será quase três vezes maior para o sexo feminino. Entretanto, o impacto sobre os idosos do sexo masculino também é positivo, ainda que menor. No cômputo geral, o aumento anual no número de mortes será semelhante para homens e mulheres, ainda que ligeiramente maior para elas: 17.597 mortes para elas e 17.567 para eles. Isso representará uma elevação anual de 1,8% e 1,6% na taxa de mortalidade de mulheres e homens, respectivamente. No que tange ao sexo feminino, este valor é semelhante ao encontrado com o cenário A1B no presente estudo (aumento de 1,7%).

Uma ressalva deve ser feita aos resultados reportados na tabela 6: se a tendência de envelhecimento da população brasileira se mantiver nos próximos anos, a estimativa do impacto das mudanças climáticas sobre a mortalidade anual total estará superestimada. Neste trabalho, observa-se o que aconteceria se apenas as temperaturas se modificassem e tudo o mais permanecesse constante (a estrutura etária, por exemplo). Como os resultados mostram que as mudanças climáticas afetam principalmente as crianças, o envelhecimento da população tenderia a reduzir os impactos totais.

A tabela 7 apresenta o impacto estimado das mudanças climáticas sobre a taxa anual de mortalidade por UF do Brasil. Os valores mostrados correspondem à variação percentual anual média na taxa de mortalidade nos períodos 2010-2039, 2040-2069 e 2070-2099, em relação à taxa anual média do período 1980-2002. Como se observa, as mudanças previstas na temperatura, *ceteris paribus*, devem levar a um aumento da taxa de mortalidade em quase todo o país, com exceção dos estados do Sul e de São Paulo, que apresentarão uma pequena redução (no último, apenas no período 2010-2039).

TABELA 7

**Brasil: estimativa do impacto das mudanças climáticas sobre a taxa de mortalidade, segundo as UFs (2010-2039, 2040-2069 e 2070-2099)**

| UFs                 | 2010-2039 |      | 2040-2069 |      | 2070-2099 |      |
|---------------------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|
|                     | A1B       | A2   | A1B       | A2   | A1B       | A2   |
| Rondônia            | 2,2       | 2,2  | 3,1       | 3,1  | 3,1       | 3,1  |
| Acre                | 2,6       | 2,6  | 3,5       | 3,3  | 3,7       | 3,7  |
| Amazonas            | 3,2       | 3,2  | 3,3       | 3,3  | 3,3       | 3,3  |
| Roraima             | 2,8       | 2,8  | 4,2       | 4,2  | 4,2       | 4,2  |
| Pará                | 1,8       | 1,7  | 2,4       | 2,4  | 2,4       | 2,4  |
| Amapá               | 1,5       | 0,5  | 2,7       | 2,7  | 2,8       | 2,8  |
| Tocantins           | 2,4       | 2,2  | 3,2       | 3,2  | 3,3       | 3,3  |
| Maranhão            | 2,8       | 2,7  | 3,0       | 3,0  | 3,0       | 3,0  |
| Piauí               | 1,6       | 1,6  | 1,8       | 1,8  | 1,8       | 1,9  |
| Ceará               | 0,9       | 0,9  | 1,8       | 1,8  | 1,9       | 2,0  |
| Rio Grande do Norte | 0,6       | 0,6  | 1,0       | 1,0  | 1,4       | 1,5  |
| Paraíba             | 0,3       | 0,3  | 1,0       | 1,0  | 1,2       | 1,4  |
| Pernambuco          | 0,3       | 0,3  | 0,9       | 0,9  | 1,2       | 1,3  |
| Alagoas             | 0,6       | 0,5  | 1,0       | 0,9  | 1,3       | 1,5  |
| Sergipe             | 0,7       | 0,7  | 1,2       | 1,2  | 1,6       | 1,6  |
| Bahia               | 0,5       | 0,5  | 1,3       | 1,3  | 2,1       | 2,3  |
| Minas Gerais        | 0,0       | 0,0  | 0,3       | 0,3  | 0,9       | 1,1  |
| Espírito Santo      | 0,0       | 0,0  | 0,5       | 0,5  | 1,1       | 1,2  |
| Rio de Janeiro      | 0,2       | 0,2  | 0,4       | 0,4  | 0,6       | 0,8  |
| São Paulo           | -0,1      | -0,1 | 0,1       | 0,1  | 0,3       | 0,6  |
| Paraná              | -0,3      | -0,3 | -0,4      | -0,4 | -0,3      | -0,2 |
| Santa Catarina      | -0,4      | -0,4 | -0,6      | -0,5 | -0,6      | -0,6 |
| Rio Grande do Sul   | -0,4      | -0,3 | -0,5      | -0,5 | -0,5      | -0,5 |
| Mato Grosso do Sul  | 0,4       | 0,4  | 1,4       | 1,4  | 1,9       | 2,0  |
| Mato Grosso         | 2,0       | 2,0  | 3,0       | 3,0  | 3,6       | 3,6  |
| Goiás               | 0,3       | 0,3  | 1,3       | 1,2  | 2,1       | 2,5  |
| Distrito Federal    | 0,8       | 0,8  | 1,4       | 1,4  | 1,9       | 3,1  |

Fonte: Resultado da pesquisa.

Obs.: Os valores correspondem à variação percentual anual média na taxa de mortalidade em relação à taxa anual média de mortalidade do período 1980-2002.

O Norte será a região mais afetada e, em especial, o estado de Roraima que, nos períodos 2040-2069 e 2070-2099, experimentará um aumento anual médio na taxa de mortalidade de 4,2%, em relação à taxa anual média do período 1980-2002. No período 2010-2039, o Amazonas será o estado mais atingido, com um aumento de 3,2%. Os estados do Norte se deparam atualmente com uma concentração de temperaturas médias mensais na faixa 24°C-27°C. A previsão é que a temperatura passe a se concentrar mais na faixa acima de 27°C, o que explica o maior aumento da mortalidade nessa região.

No caso dos estados do Sul, haverá um declínio no número de meses com temperaturas médias nas faixas mais perigosas para a saúde (abaixo de 15°C e entre 15°C e 18°C) e um aumento na frequência de meses com temperaturas nas faixas de maior conforto térmico (18°C-24°C). Com isso, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul devem experimentar uma pequena redução na taxa de mortalidade nas próximas décadas, principalmente Santa Catarina. No Centro-Oeste, destaca-se o estado de Mato Grosso, onde a taxa de mortalidade aumentará 2% ao ano (a.a.), no período 2010-2039; 3%, entre 2040 e 2069; e 3,6%, entre 2070 e 2099.

### 4.3 Estimativa de adaptação: impacto das mudanças climáticas sobre o consumo residencial de energia elétrica

Analisa-se, agora, como variações na temperatura afetam o consumo residencial de energia elétrica. Na tabela 8, apresentam-se os parâmetros estimados da equação (9). Os coeficientes das variáveis *TMEAN<sub>j</sub>* indicam a variação estimada no consumo residencial anual *per capita* de energia elétrica, em relação ao consumo associado a um mês com temperatura média entre 21°C e 24°C, causada por um mês com temperatura média na faixa *j*.

Inicialmente, cumpre destacar que a elasticidade-renda do consumo de energia foi estimada em 0,116, indicando que uma elevação de 10% no PIB *per capita* (mantendo-se as demais variáveis constantes) provoca um aumento de 1,16% no consumo residencial anual *per capita* de energia elétrica, em média. A elasticidade-preço encontrada foi de -0,015, o que mostra que um aumento de 100% na tarifa reduz o consumo em 1,5% (este parâmetro não foi significativo a 10%).

A tabela 8 mostra que a relação entre temperatura e consumo residencial de energia elétrica no Brasil é positiva e relativamente linear, de tal maneira que baixas temperaturas reduzem o consumo, e altas temperaturas o elevam. Assim, no Brasil, não ocorre o mesmo que em países que experimentam temperaturas mais frias no inverno, como os Estados Unidos. Deschênes e Greenstone (2007), por exemplo, encontraram uma relação em forma de U para os Estados Unidos, de modo que o consumo de energia aumenta tanto em dias muito frios quanto naqueles mais quentes. Oliveira, Silveira e Braga (2000), ao analisarem a sazonalidade do con-

sumo de energia elétrica no Brasil para o período 1976-1997, encontraram que o setor residencial apresenta maiores consumos no verão e menores no inverno, corroborando que a relação entre consumo e temperatura é relativamente linear.

TABELA 8

**Brasil: coeficientes estimados da equação de consumo *per capita* de energia elétrica no setor residencial (1991-2002)**

| Variável              | Coefficiente estimado |
|-----------------------|-----------------------|
| $TMEAN_1$             | -0,013                |
| $TMEAN_2$             | -0,004                |
| $TMEAN_3$             | 0,004                 |
| $TMEAN_5$             | 0,001                 |
| $TMEAN_6$             | 0,015***              |
| ln (PIB)              | 0,116***              |
| ln (TAR)              | -0,015                |
| Constante             | 5,631***              |
| $R^2$ within = 0,902  |                       |
| $R^2$ between = 0,583 |                       |
| $R^2$ overall = 0,333 |                       |
| F = 95,980***         |                       |

Fonte: Resultado da pesquisa.

Notas: \*Significativo a 10%.

\*\*Significativo a 5%.

\*\*\*Significativo a 1%.

Obs.: 1. A equação também inclui variáveis para precipitação e efeitos fixos para as Unidades da Federação e os anos.

2.  $TMEAN_1$  = número de meses, por ano, com temperatura média abaixo de 15°C.

$TMEAN_2$  = número de meses, por ano, com temperatura média entre 15°C e 18°C.

$TMEAN_3$  = número de meses, por ano, com temperatura média entre 18°C e 21°C.

$TMEAN_5$  = número de meses, por ano, com temperatura média entre 24°C e 27°C.

$TMEAN_6$  = número de meses, por ano, com temperatura média acima de 27°C.

Os resultados indicam que um mês com temperatura média abaixo de 15°C provoca, em média, uma redução no consumo residencial anual *per capita* de energia elétrica de 1,3% (não significativo). No outro extremo, um mês com temperatura média acima de 27°C eleva o consumo em 1,5%.

Como a relação entre temperatura e consumo de energia é relativamente linear e os GCMs preveem uma redução na frequência de meses frios e um aumento concomitante na de meses quentes, a tendência é que haja uma elevação do consumo no território brasileiro nos próximos anos. A tabela 9 mostra qual será o impacto estimado das mudanças climáticas sobre o consumo residencial anual *per capita* de energia elétrica nos períodos 2010-2039, 2040-2069 e 2070-2099.

Conforme mostra a tabela 9, o consumo residencial anual *per capita* de energia elétrica no Brasil poderá crescer 5,4 kWh no período 2010-2039; entre 9,6 kWh e 9,7 kWh, no período 2040-2069; e de 17,8 kWh a 26,5 kWh, entre 2070 e 2099.

Esse aumento, cumpre enfatizar, se deve apenas às variações no clima. Novamente, os impactos são ligeiramente maiores no cenário A1B, para os períodos 2010-2039 e 2040-2069; e no A2, para o período 2070-2099. Ressalta-se que estas previsões podem estar superestimando o consumo futuro, pois não levam em consideração alterações que possivelmente ocorrerão, como a construção de casas com maior conforto térmico e/ou o surgimento de novas tecnologias de arrefecimento que consomem menos energia por unidade de tempo.

TABELA 9

**Brasil: estimativa do impacto das mudanças climáticas sobre o consumo residencial anual *per capita* de energia elétrica (2010-2039, 2040-2069 e 2070-2099)**

|                           | 2010-2039 |     | 2040-2069 |     | 2070-2099 |      |
|---------------------------|-----------|-----|-----------|-----|-----------|------|
|                           | A1B       | A2  | A1B       | A2  | A1B       | A2   |
| Consumo adicional (kWh)   | 5,4       | 5,4 | 9,7       | 9,6 | 17,8      | 26,5 |
| Variação (%) <sup>1</sup> | 1,3       | 1,3 | 2,3       | 2,3 | 4,2       | 6,3  |

Fonte: Resultado da pesquisa.

Nota: <sup>1</sup>Variação percentual em relação ao consumo anual *per capita* médio do período 1991-2002 (420,8 kWh).

#### 4.4 Disposição a pagar para evitar as mudanças climáticas

Multiplicando-se o número adicional previsto de mortes anuais (colunas “Mortes anuais” da tabela 6) de cada grupo demográfico por sua respectiva expectativa de vida (tabela 1), encontra-se a variação anual prevista nos anos de vida destes mesmos grupos. Para cada período, multiplicou-se a variação anual nos anos de vida (considerando-se ambos os sexos e todas as idades) pelo valor de um ano de vida estatística. Os resultados são reportados na tabela 10. Os cálculos são feitos para três períodos (2010-2039, 2040-2069 e 2070-2099), dois diferentes cenários (A1B e A2) e três diferentes valores de um ano de vida (US\$ 61.392 e US\$ 159.456, retirados do trabalho de Ortiz, Markandya e Hunt (2009); e um valor intermediário, de US\$ 100.000).

Entre 2010 e 2039, estima-se uma perda anual de US\$ 10,5 bilhões relativa às mortes adicionais provocadas pelas mudanças climáticas, considerando-se o cenário A1B e o valor de um ano de vida estatística igual a US\$ 61.392. Quando se considera o valor de um ano de vida igual a US\$ 159.456, as perdas anuais são de US\$ 27,28 bilhões, no cenário A1B; e de US\$ 26,80 bilhões, no A2.

Nos períodos seguintes, uma vez que no geral se prevê um aumento do número adicional de mortes anuais da população (tabela 6), as perdas monetárias irão aumentar. No período 2070-2099, elas poderão chegar a US\$ 107,59 bilhões anuais, quando se considera o maior valor para um ano de vida e o cenário A2. Deschênes e Greenstone (2007), considerando o valor de um ano de vida estatística igual a US\$ 100.000, encontraram perdas anuais de US\$ 40 bilhões, no cenário A2; e US\$ 110 bilhões, no A1F1, para o período 2070-2099. Se este mesmo valor

de um ano de vida for usado para o Brasil, as perdas anuais no fim do século serão de US\$ 57,63 bilhões (cenário A1B); e US\$ 67,47 bilhões (cenário A2).

TABELA 10

**Brasil: perdas anuais devido ao impacto das mudanças climáticas sobre a mortalidade (2010-2039, 2040-2069 e 2070-2099)**

(Em US\$ bilhões)

| Período   | Valor de um ano de vida estatística (US\$) | Cenário |        |
|-----------|--|---------|--------|
|           |  | A1B     | A2     |
| 2010-2039 | 61.392                                     | 10,50   | 10,32  |
|           | 100.000                                    | 17,11   | 16,80  |
|           | 159.456                                    | 27,28   | 26,80  |
| 2040-2069 | 61.392                                     | 23,36   | 23,26  |
|           | 100.000                                    | 38,05   | 37,90  |
|           | 159.456                                    | 60,67   | 60,43  |
| 2070-2099 | 61.392                                     | 35,38   | 41,42  |
|           | 100.000                                    | 57,63   | 67,47  |
|           | 159.456                                    | 91,89   | 107,59 |

Fonte: Resultado da pesquisa.

Cumprindo ainda ressaltar que os valores previstos das perdas nos períodos 2010-2039 e 2040-2069 são maiores no cenário A1B. No período 2070-2099, entretanto, os valores do cenário A2 superam os do A1B. Isso ocorre porque o cenário A1B gera previsões de maior perda de anos de vida, nos dois primeiros períodos; e menores, no último.<sup>11</sup>

A tabela 11 apresenta as previsões de gasto anual adicional com energia elétrica do setor residencial, nos períodos 2010-2039, 2040-2069 e 2070-2099. Os resultados são mostrados para os cenários A1B e A2. Estes resultados foram obtidos multiplicando-se o consumo anual adicional previsto para o Brasil pelo valor da tarifa média de energia elétrica residencial no país em 2010 (R\$ 300,00 ou US\$ 189,94).<sup>12</sup>

Os resultados indicam que as mudanças climáticas provocarão um aumento anual médio no gasto residencial com energia elétrica de cerca de US\$ 164,03 milhões (cenário A1B), ou US\$ 162,78 milhões (cenário A2), entre 2010 e 2039. No período 2040-2069, este aumento quase dobrará em relação ao de 2010-2039 (gasto anual adicional de US\$ 294,81 milhões, no cenário A1B; e de US\$ 291,56

11. Os resultados mostrados na tabela 10 não levam em consideração as mudanças na expectativa de vida que ocorrerão no futuro. O aumento da expectativa de vida da população eleva o valor *per capita* das perdas monetárias anuais resultantes do impacto das mudanças climáticas sobre a mortalidade (o número de anos de vida perdidos, de cada indivíduo que falece, aumenta). Isso elevaria o valor total das perdas monetárias anuais. Contudo, como enfatizado anteriormente, a tendência ao envelhecimento da população brasileira reduziria o efeito das mudanças climáticas sobre a mortalidade anual total. Assim, o efeito líquido das alterações na expectativa de vida e na estrutura etária da população sobre o valor monetário das perdas anuais dependerá da importância relativa dos dois fatores no futuro.

12. O consumo anual adicional previsto para o Brasil corresponde à multiplicação dos valores previstos de consumo residencial anual *per capita* de energia elétrica (tabela 9) pela população brasileira média no período 1991-2002.

milhões, no A2). Entre 2070 e 2099, o cenário A2 gera previsões de gastos maiores que o A1B, dado que supõe maiores aumentos na temperatura (US\$ 539,23 milhões, no cenário A1B; e US\$ 803,29 milhões, no A2).

TABELA 11

**Brasil: projeções do gasto anual adicional com energia elétrica do setor residencial (2010-2039, 2040-2069 e 2070-2099)**

(Em US\$ bilhões)

| Período   | Cenário |        |
|-----------|---------|--------|
|           | A1B     | A2     |
| 2010-2039 | 164,03  | 162,78 |
| 2040-2069 | 294,81  | 291,56 |
| 2070-2099 | 539,23  | 803,29 |

Fonte: Resultado da pesquisa.

A disposição a pagar para evitar as mudanças climáticas é encontrada, de acordo com a expressão (6) do modelo teórico, somando-se o valor das perdas de vidas (tabela 10) com o valor do gasto adicional com energia elétrica para proteger a saúde (tabela 11). Estes resultados são reportados na tabela 12. Assim como na tabela 10, para cada período, são mostrados valores que variam dependendo do valor de um ano de vida e do cenário considerado.

TABELA 12

**Estimativa da disposição anual a pagar da população brasileira para evitar as mudanças climáticas (2010-2039, 2040-2069 e 2070-2099)**

(Em US\$ bilhões)

| Período   | Valor de um ano de vida estatística (US\$) | Cenário |        |
|-----------|--|---------|--------|
|           |  | A1B     | A2     |
| 2010-2039 | 61.392                                     | 10,67   | 10,48  |
|           | 100.000                                    | 17,27   | 16,97  |
|           | 159.456                                    | 27,44   | 26,96  |
| 2040-2069 | 61.392                                     | 23,66   | 23,56  |
|           | 100.000                                    | 38,35   | 38,19  |
|           | 159.456                                    | 60,97   | 60,72  |
| 2070-2099 | 61.392                                     | 35,92   | 42,23  |
|           | 100.000                                    | 58,17   | 68,28  |
|           | 159.456                                    | 92,43   | 108,39 |

Fonte: Resultado da pesquisa.

Quando se considera o menor valor da vida estatística, a disposição a pagar da população brasileira para evitar as mudanças climáticas (o impacto das mudanças climáticas sobre o bem-estar relacionado à saúde) é estimada em US\$ 10,67 bilhões anuais, no cenário A1B; e US\$ 10,48 bilhões, no A2, para o período 2010-2039.

Considerando-se que o PIB brasileiro em 2010 foi de R\$ 3,675 trilhões (US\$ 2,326 trilhões), estas estimativas correspondem a cerca de 0,5% do PIB.

No outro extremo, levando-se em consideração um ano de vida estatística igual a US\$ 159.456, a disposição a pagar para evitar as mudanças climáticas no período 2070-2099 chegará a US\$ 92,43 bilhões por ano (4% do PIB), no cenário A1B; ou US\$ 108,39 bilhões por ano (4,7% do PIB), no cenário A2. Deschênes e Greenstone (2007) encontraram valores de US\$ 145 bilhões (cenário A1F1) e US\$ 55 bilhões (cenário A2) para a disposição anual a pagar, nos Estados Unidos, no período 2070-2099, o que representa 1,1% e 0,4% do PIB americano, respectivamente. Considerando-se o valor de um ano de vida utilizado por eles (US\$ 100 mil), a disposição anual a pagar, no Brasil, entre 2070 e 2099, será de US\$ 58,17 bilhões, no cenário A1B (2,5% do PIB) e de US\$ 68,28 bilhões, no A2 (2,9% do PIB). Assim, observa-se que os valores encontrados para o Brasil são maiores em termos de proporção do PIB.

Algumas advertências a respeito destes resultados devem ser feitas. Em primeiro lugar, as estimativas para os períodos 2010-2039, 2040-2069 e 2070-2099 pressupõem algumas suposições fortes: as previsões de mudanças climáticas estão corretas; os preços relativos permanecerão constantes (tarifas de energia e preços dos serviços médicos, por exemplo); as tecnologias médicas e as relacionadas à energia elétrica serão as mesmas; e as características demográficas da população brasileira, tais como estrutura de idade, expectativa de vida e sua distribuição geográfica, permanecerão inalteradas.

Em segundo lugar, estes resultados não refletem o impacto completo das mudanças climáticas sobre a saúde. As mudanças nos níveis de temperatura deverão também alterar a incidência de morbidades, o que não foi captado neste estudo. As mudanças climáticas podem, ainda, afetar a saúde humana por meio de outros canais, como alterações no ambiente de vetores de doenças infecciosas (malária e dengue, por exemplo) e efeitos de eventos climáticos extremos (inundações, secas, tempestades etc.). Essas questões também não foram analisadas.

Por fim, as estimativas provavelmente superestimam o impacto das mudanças climáticas sobre a mortalidade e o consumo residencial de energia elétrica. A estratégia empírica deste trabalho se baseia em flutuações interanuais no clima (e não em mudanças permanentes), e as estimativas derivam de modelos de equilíbrio parcial. Os agentes se adaptam, e o modelo não capta estas adaptações. Os indivíduos provavelmente adquirirão novos bens que lhes protejam das variações na temperatura e construirão casas com maior conforto térmico. As novas tecnologias de arrefecimento que surgirão no futuro provavelmente consumirão menos energia por unidade de tempo. Mudanças climáticas permanentes deverão ocasionar alguma migração, especialmente de pessoas que vivem na região Nordeste, pois

esta poderá se tornar árida. Além disso, ainda que o consumo de energia elétrica provavelmente capture boa parte dos gastos para preservar a saúde, as mudanças climáticas poderão induzir outras formas de adaptação, como, por exemplo, praticar exercícios em recintos fechados, em vez de ao ar livre, e mudar a hora do dia em que se sai de casa. Ao não considerar essas possíveis adaptações, este trabalho pode estar superestimando os impactos das mudanças climáticas sobre a mortalidade.<sup>13</sup>

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve por objetivo desenvolver uma estimativa do impacto das mudanças climáticas sobre o bem-estar relacionado à saúde no Brasil. Por meio de estimações de equações de mortalidade, com dados em painel, e de projeções climáticas, encontrou-se que as mudanças no clima afetam a mortalidade no Brasil, mas este efeito é bastante heterogêneo, dependendo do sexo e da idade dos indivíduos.

Os resultados encontrados assemelham-se aos de estudos feitos para outros países, entretanto, algumas diferenças merecem destaque. No Brasil, os maiores aumentos no número anual de mortes estão previstos para as crianças com menos de 1 ano de idade, enquanto nos Estados Unidos, por exemplo, o maior impacto se dá sobre os idosos. Em relação aos idosos, os resultados para os Estados Unidos indicam maior mortalidade para ambos os sexos, embora bem maior para as mulheres. No caso do Brasil, prevê-se um aumento da mortalidade das mulheres idosas e uma redução da mortalidade dos idosos do sexo masculino.

Ainda que a mortalidade infantil tenha diminuído nas últimas décadas, as crianças ainda necessitam de bastante atenção, principalmente porque se prevê que elas serão o grupo mais afetado pelas mudanças climáticas no Brasil. O poder público deverá dirigir sua atenção principalmente para as populações da região Norte, do Maranhão, do Mato Grosso e do Distrito Federal, pois serão as mais afetadas pelos impactos das mudanças climáticas sobre a mortalidade. Isso implica facilitar o acesso a tecnologias que mitigam os danos causados pelas altas temperaturas (como o ar-condicionado), ampliar o acesso à energia elétrica, instituir tarifas de energia mais baixas para as pessoas mais carentes e/ou em épocas de maior calor e melhorar a infraestrutura de saúde para o atendimento das vítimas do clima.

Devido ao uso de aparelhos que protegem a saúde dos efeitos danosos do clima, o consumo residencial anual *per capita* de energia elétrica no Brasil poderá crescer nos anos seguintes. Entre 2070 e 2099, por exemplo, previu-se um aumento anual de 17,8 kWh a 26,5 kWh. Assim, para que o bem-estar econômico e social não seja comprometido pela inconstância no fornecimento de energia elétrica, o Estado deveria tanto promover o aumento de sua oferta quanto implantar políticas de gestão da demanda.

---

13. Os autores são gratos aos pareceristas pelas considerações a respeito da superestimação de resultados quando não se incorporam todas as possíveis formas de adaptação nas estimativas.

Algumas limitações deste trabalho merecem ser destacadas, notadamente devido à carência de dados. Alguns importantes condicionantes da mortalidade não puderam ser incorporados nas estimações, como as diferenças municipais em termos de gastos com saúde, saneamento, número de profissionais de saúde e de leitos hospitalares, presença de ar-condicionado nos lares etc. Com isso, tentou-se captar sua influência por meio da inclusão de efeitos fixos para municípios e UF/ano. O uso de dados de temperaturas médias mensais talvez não capte impactos de choques térmicos de curta duração. Assim, o melhor seria usar dados de temperaturas médias diárias, bem como informações sobre a variabilidade da temperatura. Além disso, para uma avaliação mais completa dos impactos das mudanças climáticas sobre o bem-estar relacionado à saúde, também deveria ser analisado o efeito do clima sobre a morbidade.

Diante disso, havendo uma maior disponibilidade de informações no futuro, sugere-se que novos trabalhos possam ser realizados para analisar os impactos das mudanças climáticas sobre o bem-estar relacionado à saúde no Brasil, de modo a encontrar resultados que complementem os deste estudo.

## ABSTRACT

This study aimed at assessing the health-related welfare impacts of climate change in Brazil. By analyzing a panel of Brazilian municipalities, we found that climate change affects mostly children and women mortality rates. Welfare cost estimates also incorporate additional energy-related expenditures aimed to maintain thermal comfort and to preserve individuals' health. Adaptation to new climate conditions may increase annual residential energy consumption by around 6%. Our results suggest that health-related welfare impacts could reach 4.7% of Brazilian GDP.

**Keywords:** climate change; mortality; adaptation; welfare.

## REFERÊNCIAS

ALBERINE, A.; MASTRANGELO, E.; PITCHER, H. Climate change and human health: assessing the effectiveness of adaptation to heat waves. *In: AERE WORKSHOP*, 2008, Berkeley. **Anais...** Berkeley: Association of Environmental and Resource Economists, 2008. Disponível em: <<http://www.aere.org/meetings/2008AEREWorkshop.php>>. Acesso em: 9 mar. 2010.

ASSUNÇÃO, J.; FERES, F. C. **Climate migration. Background paper for World Bank flagship report on climate change in Latin America Low Carbon, high growth**: Latin America responses to climate change. World Bank Latin American and Caribbean Studies, 2008.

BARBIERI, A. F. *et al.* Climate change and population migration in Brazil's Northeast: scenarios for 2025-2050. **Population and environment**, v. 31, p. 344-370, 2010.

BARRECA, A. **Climate change, humidity, and mortality in the United States**. New Orleans: Tulane University, May 2009. 50 p. (Tulane Economics Working Paper Series, n. 906).

CÂMARA, F. P. *et al.* Clima e epidemias de dengue no estado do Rio de Janeiro. **Revista da sociedade brasileira de medicina tropical**, v. 42, n. 2, p. 137-140, mar./abr. 2009.

CAVALINI, L. T. Correção de sub-registros de óbitos e proporção de internações por causas mal definidas. **Saúde pública**, v. 41, n. 1, p. 85-93, 2007.

CONFALONIERI, U. E. C. Mudança climática global e a saúde humana no Brasil. **Parcerias estratégicas**, n. 27, p. 323-349, 2008.

CONFALONIERI, U. E. C.; MARINHO, D. P.; RODRIGUEZ, R. E. Public health vulnerability to climate change in Brazil. **Climate research**, Oldendorf (Luhe), v. 40, n. 2 e 3, p. 175-186, Dec. 2009.

CONFALONIERI, U. E. C.; MENNE, B. Human health. *In*: PARRY, M. L. *et al.* (Ed.). **Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability**. Cambridge (UK): Cambridge University Press, 2007. p. 391-432.

CRU – CLIMATIC RESEARCH UNIT. **Norwich**: CRU. Disponível em: <<http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/hrg/>>. Acesso em: 15 fev. 2011.

DATASUS – DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA DO SUS. **Mortalidade**: download de arquivos. Disponível em:<<http://tabnet.datasus.gov.br/tabdata/sim/dados/indice.htm>>. Acesso em: 2 ago. 2010.

DESCHÊNES, O.; GREENSTONE, M. **Climate change, mortality, and adaptation**: evidence from annual fluctuations in weather in the US. Cambridge: National Bureau of Economic Research, June 2007. (NBER Working Paper Series, n. 13.178). Disponível em: <<http://www.nber.org/papers/w13178>>. Acesso em: 9 mar. 2010.

DESCHÊNES, O.; GREENSTONE, M.; GURYAN, J. Climate change and birth weight. **American economic review**, Pittsburgh, v. 99, n. 2, p. 211-217, May 2009.

DESCHÊNES, O.; MORETTI, E. Extreme weather events, mortality, and migration. **The review of economics and statistics**, Cambridge, v. 91, n. 4, p. 659-681, Nov. 2009.

FERNÁNDEZ-RAGA, M.; TOMÁS, C.; FRAILE, R. Human mortality seasonality in Castile-León, Spain, between 1980 and 1998: the influence of temperature, pressure and humidity. **International journal of biometeorology**, Berlin/Heidelberg, v. 54, Jan. 2010.

FERREIRA, C. E. C. **Mortalidade infantil e desigualdade social em São Paulo**. 1990. 47 f. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990.

FERREIRA FILHO, J. B. S.; HORRIDGE, M. J. **Climate change impacts on agriculture and internal migrations in Brazil**. *In*: CONFERENCE ON GLOBAL ECONOMIC ANALYSIS, 13., 2010. Conference Papers, 2010.

GREENE, W. H. **Econometric analysis**. 5. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2002. 1.024 p.

GROSSMAN, M. The human capital model. *In*: CULYER, A. J.; NEWHOUSE, J. P. **Handbook of health economics**. Amsterdam: North-Holland, 2000. v. 1A.

HAINES, A. *et al.* Climate change and human health: impacts, vulnerability, and mitigation. **Harben lecture**, Londres, v. 367, p. 2.101-2.109, June 2006.

HARRINGTON, W.; PORTNEY, P. R. Valuing the benefits of health and safety regulation. **Journal of urban economics**, v. 22, n. 1, p. 101-112, July 1987.

HÜBLER, M.; KLEPPER, G.; PETERSON, S. Costs of climate change: the effects of rising temperatures on health and productivity in Germany. **Ecological economics**, Amsterdam, v. 68, n. 1 e 2, p. 381-393, Dec. 2008.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Tábuas completas de mortalidade – 2002**. Rio de Janeiro: IBGE, 2003. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/tabuadevida/2002/default.shtm>>. Acesso em: 4 jul. 2011.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Base de dados macroeconômicos do Ipea – Ipeadata**. Brasília: Ipea. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br>>. Acesso em: 9 ago. 2010.

IPCC – INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Special report on emissions scenarios**. Cambridge (UK): Cambridge University Press, 2000.

\_\_\_\_\_. **Climate change 2007: synthesis report**. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In: CORE WRITING TEAM; PACHAURI, R. K.; REISINGER, A. (Ed.). Geneva: IPCC, 2007. 104 p.

LIMA, E. A.; FIRMINO, J. L. M.; GOMES FILHO, M. F. A relação da previsão de precipitação pluviométrica e casos de dengue nos estados de Alagoas e Paraíba Nordeste do Brasil. **Revista brasileira de meteorologia**, v. 23, n. 3, p. 264-269, 2008.

LOBELL, D. B. *et al.* Prioritizing climate change adaptation needs for food security in 2030. **Science**, v. 319, n. 607, p. 607-610, 2008.

LOWE, R. *et al.* The development of an earlier warning system for climate-sensitive disease risk with a focus on dengue epidemics in Southeast Brazil. **Statistics in medicine**, doi: 10.1002/sim.5549, 2012.

MARENGO, J. A. *et al.* **Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente (MMA), Secretaria de Biodiversidade e Florestas (SBF), Diretoria de Conservação da Biodiversidade (DCBio), 2007. 50 p.

MEEHL, G. A.; STOCKER, T. F. Global climate projections. In: SOLOMON, S. *et al.* (Ed.). **Climate change 2007: the physical science basis**. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. p. 747-846.

MOORE, T. G. Health and amenity effects of global warming. **Economic inquiry**, Oxford, v. 36, n. 3, p. 471-488, July 1998.

NICHOLLS, N. Estimating changes in mortality due to climate change. **Climatic change**, New York, v. 97, n. 1 e 2, p. 313-320, Nov. 2009.

OLIVEIRA, A. de; SILVEIRA, G. B. da; BRAGA, J. de M. Diversidade sazonal do consumo de energia elétrica no Brasil. **Pesquisa e planejamento econômico**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 2, p. 211-258, ago. 2000.

ORTIZ, R. A.; MARKANDYA, A.; HUNT, A. Willingness to pay for mortality risk reduction associated with air pollution in São Paulo. **Revista brasileira de economia**, Rio de Janeiro, v. 63, n. 1, p. 3-22, jan./mar. 2009.

REIS, E.; PIMENTEL, M.; ALVARENGA, A. I. **Áreas mínimas comparáveis para os períodos intercensitários de 1872 a 2000**. 2007. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/doc/AMC-1872-2000.doc>>. Acesso em: 18 ago. 2010.

ROSENBERG, E. *et al.* **Health, climate and development in Brazil**: a cross-section analysis. Inter-American Development Bank, Research Network, 2000 (Working Paper, R-386).

SCHULTZ, P. *et al.* **Health and climate change in the developing world**: the impact of global warming on Brazilian morbidity patterns. New Haven: Yale University, 2003 (Discussion Paper).

SEMENZA, J. C. *et al.* Heat-related deaths during the July 1995 heat wave in Chicago. **New England journal of medicine**, n. 335, p. 84-90, 1996.

SOUZA, S. S.; SILVA, I. G.; SILVA, H. H. G. Associação entre incidência de dengue, pluviosidade e densidade larvária de *Aedes aegypti*, no estado de Goiás. **Revista da sociedade brasileira de medicina tropical**, v. 43, n. 2, p. 152-155, 2010.

(Originais submetidos em 8 de dezembro de 2011. Última versão recebida em 18 de março de 2013. Aprovada em 16 de abril de 2013).

## ANEXO

### QUADRO A.1

#### **GCMs utilizados na construção da base de dados das projeções climáticas do IPCC (2007)**

| Nome do GCM     | Nome do centro que o produziu  | País           |
|-----------------|--|----------------|
| CNRM_CM3        | Meteo-France/Centre National de Recherches Meteorologiques, the third version of the ocean-atmosphere model (CM3 Model)  | França         |
| CSIRO Mark 3.0  | CSIRO Atmospheric Research   | Austrália      |
| GFDL_CM2.1      | Geophysical Fluid Dynamics Laboratory of the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)  | Estados Unidos |
| GISS_ER         | NASA Goddard Institute for Space Studies, ModelE20/Russell   | Estados Unidos |
| IPSL_CM4        | IPSL/LMD/LSCE  | França         |
| MIROC3.2_medres | Center for Climate System Research, University of Tokyo (CCSR)/National Institute for Environmental Studies (NIES)/Frontier Research Center for Global Change, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (FRCGC), medium resolution | Japão          |
| MPI_ECHAM5      | Max Planck Institute for Meteorology   | Alemanha       |
| MRI_CGCM2.3.2a  | Meteorological Research Institute  | Japão          |
| UKMO_HADCM3     | Hadley Center for Climate Prediction and Research/Met Office   | Reino Unido    |
| UKMO_HADGEM1    | Centre Global Environmental Model, version 1 (HadGEM1)/Met Office  | Reino Unido    |

Fonte: CPTEC/Inpe.



# DIFERENCIAL DE SALÁRIOS E DETERMINANTES NA ESCOLHA DE TRABALHO ENTRE OS SETORES PÚBLICO E PRIVADO NO BRASIL\*

Ana Luiza Neves de Holanda Barbosa\*\*

Fernando de Holanda Barbosa Filho\*\*\*

João Ricardo Ferreira de Lima\*\*\*\*

## RESUMO

Este artigo investiga o diferencial de salários entre os trabalhadores dos setores público e privado no Brasil. A análise tem como base os microdados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) de 2009, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A principal contribuição deste estudo é a adoção de uma metodologia de estimação que corrige o viés de seleção existente na escolha dos trabalhadores e, simultaneamente, utiliza o desenho amostral complexo da PNAD. O método permite a identificação de fatores determinantes na entrada do trabalhador no setor público, no setor privado ou se o mesmo não participa do mercado de trabalho em questão. O diferencial salarial público-privado ainda é calculado por gênero, uma vez que a oferta de trabalho é bastante distinta entre homens e mulheres no Brasil. Os resultados deste trabalho demonstram que os salários do setor público são mais altos do que aqueles do setor privado. Em particular, o nível educacional dos trabalhadores é um importante determinante deste diferencial de salários.

**Palavras-chave:** diferencial salarial público-privado; *logit* multinomial; viés de seleção.

JEL: J31; J45; C24.

## 1 INTRODUÇÃO

A literatura sobre determinação de salários apresenta diversas razões teóricas para explicar a existência de hiatos salariais entre diferentes grupos de trabalhadores. Há também uma falta de consenso de qual o melhor arcabouço para explicar a diferença de rendimentos entre os trabalhadores do setor público e do setor privado.<sup>1</sup> A comparação de salários entre estes grupos de trabalhadores torna-se

---

\* Os autores agradecem os comentários e sugestões de Emerson Luís Lemos Marinho, de dois pareceristas anônimos e de diversos participantes de seminários na Escola de Pós-Graduação em Economia (EPGE) da Fundação Getúlio Vargas (FGV), na Universidade Federal Fluminense (UFF), no Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Pernambuco (Pimes/UFPE) e no Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea). Fernando de Holanda Barbosa Filho também agradece ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (INCT/CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) pelo auxílio financeiro. Eventuais erros remanescentes são de nossa exclusiva responsabilidade.

\*\* Técnica de Planejamento e Pesquisa da Diretoria de Estudos e Políticas Sociais (Disoc) do Ipea. *E-mail:* ana.barbosa@ipea.gov.br

\*\*\* Pesquisador do Instituto Brasileiro de Economia (Ibre)/FGV. *E-mail:* fhbf@fgv.br

\*\*\*\* Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e professor da Faculdade de Ciências Aplicadas e Sociais de Petrolina (Facape) e da Universidade Federal do Tocantins (UFT). *E-mail:* joao.ricardo@embrapa.br

1. Para uma revisão abrangente sobre a literatura de hiatos salariais entre trabalhadores dos setores público e privado, a evidência empírica em diversos países e as principais características dos mercados de trabalho do setor público em geral, ver Ehrenberg e Schwartz (1986), Bender (1998) e Gregory e Borland (1999).

mais complexa na medida em que os mercados de trabalho de ambos os setores são regidos por regras e fatores institucionais distintos (Vaz e Hoffman, 2007). Neste contexto, uma possível explicação para a discrepância salarial entre os setores público e privado trata das diferentes restrições defrontadas por cada setor. Enquanto o setor público está sujeito a restrições atreladas ao ambiente político, o setor privado é caracterizado, em geral, por restrições associadas ao problema de maximização de lucro.

A análise do diferencial de salários entre os setores público e privado é também importante sob o ponto de vista da eficiência e da equidade econômica. Considerações de equidade reforçam a questão da igualdade de bem-estar entre os trabalhadores de ambos os setores, enquanto aspectos de eficiência (minimização de custo) reforçam o fato de que um empregador (o governo, por exemplo) não deveria pagar salários maiores do que o necessário para atrair trabalhadores qualificados (Hartog e Oosterbeek, 1993).

Heitmueller (2004) argumenta que teoricamente não está claro por que empregados do setor público devem receber maiores salários do que aqueles do setor privado, em especial quando todos os benefícios usufruídos pelos primeiros são considerados. O setor público na maior parte dos países oferece uma grande variedade de benefícios para seus empregados. Este também é o caso do Brasil. Uma característica bastante conhecida do setor público brasileiro é a de que seus empregados usufruem tanto de estabilidade no emprego quanto de aposentadoria integral.<sup>2</sup> Benefícios esses que seriam um tipo de seguro que os empregados pagariam ao entrar no mercado de trabalho do setor público. Portanto, a existência de tais benefícios implicaria uma menor compensação no setor público em comparação com o setor privado (Gregory, 1990). Nesta mesma linha, Bender e Fernandes (2006) discorrem sobre a discussão das diferenças salariais entre estes setores no debate da reforma da previdência do funcionalismo público no Brasil.<sup>3</sup>

Ao contrário desta intuição econômica, todos os estudos empíricos referentes ao caso brasileiro demonstram a existência de um prêmio salarial positivo para

---

2. A Constituição Federal (CF) garante o direito à estabilidade ao servidor que completar três anos de exercício efetivo em cargo obtido por concurso público. Com relação à aposentadoria, é importante ressaltar que, em 21 de setembro de 2012, o governo federal, por meio do Decreto nº 7.808, criou a Fundação de Previdência Complementar do Servidor Público Federal do Poder Executivo (FUNPRESP-Exe), com a finalidade de administrar e executar planos de benefícios de caráter previdenciário. Em 4 de fevereiro de 2013 foi implantado o novo regime de previdência complementar operado por esta fundação. A partir desta data, os servidores que entrarem no Executivo com remuneração acima do teto do Regime Geral de Previdência Social (RGPS) precisarão optar pelo novo regime caso desejem ter uma aposentadoria com valor acima do teto do RGPS, ou seja, não poderão receber da previdência o salário integral quando se aposentarem.

3. Os autores refutam o argumento de que "a manutenção da integralidade e paridade do salário do servidor público inativo com o da ativa é um justo direito porque, pressupostamente, ao longo da carreira (ativa) do servidor público, o mesmo (em média) recebe menos do que seu "igual" no setor privado". Neste caso, a integralidade e paridade seriam compensações pelo recebimento de salário menor durante a vida ativa do servidor público. Como bem documentado em Bender e Fernandes (2006) e Braga, Firpo e Gonzaga (2009), esse argumento não procede, pois o servidor público ativo em média recebe sistematicamente (e crescentemente) mais do que seu "igual" no setor privado.

os trabalhadores do setor público.<sup>4</sup> Ou seja, além da estabilidade no emprego e da aposentadoria integral, trabalhadores no setor público brasileiro recebem, na média, maiores salários do que os trabalhadores do setor privado. Tais evidências apontam para a necessidade de uma análise mais detalhada para o caso do Brasil, onde despesas com pessoal do governo consolidado representaram mais de 12% do Produto Interno Bruto (PIB) em 2011.<sup>5</sup> Um estudo pormenorizado sobre os padrões de salários dos setores público e privado no Brasil tem relevância no debate sobre a eficiência do setor público e o papel do Estado na economia brasileira, além de ser fundamental para o conhecimento das características do mercado de trabalho do país.

A maior parte dos estudos aplicados ao caso brasileiro baseia-se na estimação de modelos de regressão com base em equações de salários especificadas sob o arcabouço tradicional da teoria do capital humano (Mincer, 1974; Becker, 1975).<sup>6</sup> O diferencial de salários entre os setores público e privado pode ser identificado com a estimação de uma única equação de salários com uma variável binária (*dummy*) que representa a escolha do setor. Neste caso, o coeficiente da variável para o setor público, por exemplo, reflete somente o hiato salarial não explicado pelas características individuais dos trabalhadores deste setor. O método em questão apresenta dois problemas. O primeiro é que o vetor de todos os outros coeficientes da equação é idêntico nos dois setores. A outra grande desvantagem deste método é a potencial endogeneidade da variável *dummy* que representa o setor; a entrada do trabalhador no setor público ou no setor privado pode estar sendo determinada por variáveis não observadas.

As diferenças entre as características dos trabalhadores do setor público e as do setor privado são explicitamente levadas em conta quando duas regressões separadas são estimadas, uma para cada setor.<sup>7</sup> O universo de análise nesta comparação entre

---

4. Uma resenha detalhada da literatura empírica sobre o tema no Brasil pode ser encontrada em Barbosa (2009). Entre alguns dos principais estudos nesta literatura, ver Foguel *et al.* (2000), Belluzzo, Pazello e Anuatti-Neto (2005), Bender e Fernandes (2006), Vaz e Hoffman (2007) e Braga, Firpo e Gonzaga (2009).

5. Consolidação das Contas Públicas (STN, 2011). Vale salientar que esta estatística está subestimada, já que os dados disponibilizados pela STN não contabilizam as despesas com pessoal dos trabalhadores de empresas estatais.

6. Mincer (1974) desenvolve o modelo teórico que justifica a adoção da forma funcional semilogarítmica de rendimentos. Dois importantes conceitos econômicos estão implícitos neste modelo de rendimentos: i) uma equação de preços ou uma função hedônica de rendimentos que revela como o mercado de trabalho recompensa o investimento em capital humano do trabalhador, seja por educação ou por experiência no trabalho; e ii) a taxa de retorno à educação (Heckman, Lochner e Todd, 2003). Esta última pode ser comparada com a taxa de juros que determina a otimalidade de investimentos em capital humano, ou seja, agentes decidem investir em capital humano tendo em vista o custo e o benefício de cada ano a mais de escolaridade. Este arcabouço permeia a teoria do capital humano (de investimento ou acumulação de capital humano) de Becker (1962, 1975).

7. Vale notar que a estimação de uma única equação, em que cada regressor interage com a variável *dummy* do setor, é equivalente à estimação de duas equações de salários, uma equação para cada setor. As interações das variáveis de emprego no setor público com todas as covariadas também apresentam problemas na medida em que, neste caso, a análise do hiato salarial global (ou marginal) depende das distribuições covariadas. Além disso, nestes modelos, os hiatos salariais são os mesmos para todos os indivíduos com as mesmas características observáveis. Esta última limitação é resolvida com o emprego do método de regressões quantílicas (Belluzzo, Pazello e Anuatti-Neto, 2005).

os salários observados (ou previstos) destes setores abrange apenas os trabalhadores que já estão empregados em um dos setores e não se considera o fato de que estes escolheram (ou foram escolhidos para) trabalhar em cada um dos mesmos. O viés de autosseleção ocorre na medida em que os trabalhadores se alocam entre os setores de forma não aleatória.<sup>8</sup> Com isso, as diferenças observadas entre os momentos das distribuições de salários não têm uma interpretação causal imediata.

Um segundo tipo de viés de seleção, muito presente em vários estudos sobre oferta de trabalho, ocorre porque a maior parte das funções de rendimentos é estimada com base em amostras de trabalhadores que já estão inseridos no mercado de trabalho, excluindo os trabalhadores não participantes da força de trabalho (Heckman, 1979). Diferenciais de salários com base em estimações que não contemplem a correção destes tipos de viés de autosseleção dos trabalhadores – a decisão de participação *versus* não participação e a escolha entre o setor privado ou o setor público, condicionada na participação do mercado de trabalho – geram, portanto, estimativas viesadas e inconsistentes.

De fato, uma comparação mais apropriada de diferenciais salariais é aquela que utiliza os salários potenciais (ou *wage offers*) nos dois setores corrigidos pelos tipos de viés de seleção mencionados anteriormente.

A literatura internacional tem explorado de forma significativa essas fontes de viés de seleção no cálculo de diferenciais de salários entre os setores público e privado.<sup>9</sup> No que diz respeito ao Brasil, estudos empíricos sobre a relação entre os vieses de seleção e o diferencial salarial público e privado ainda são escassos. Com exceção de Souza e Medeiros (2013), Firpo e Gonzaga (2010) e Ponczek, Botelho e Daulins (2008), nenhum estudo publicado investigou o diferencial de salários entre trabalhadores do setor público e do setor privado no Brasil levando-se em conta o fato de que a participação no mercado de trabalho em questão e a seleção dos trabalhadores entre estes setores não ocorrem de forma aleatória.<sup>10</sup>

O objetivo deste estudo é calcular o hiato salarial público-privado no Brasil, considerando-se a seleção do trabalhador na decisão de participação *versus* não

---

8. A endogeneidade ocorrida na regressão com uma única equação se traduz na seleção amostral identificada na regressão com duas equações.

9. No que tange ao diferencial de salários entre os trabalhadores dos setores público e privado, são inúmeros os estudos da literatura internacional que tratam do problema de autosseleção. De forma geral, estes estudos indicam que há uma diferença significativa entre os modelos com e sem a correção do viés de autosseleção (Barbosa, 2009). Para estudos mais recentes, ver, por exemplo, Daoud e Shanti (2012), Aslam e Kingdon (2009), Dimova e Gang (2006) e Glinkskaya e Lokshin (2005).

10. Com base de dados em uma estrutura em painel da Pesquisa Mensal de Emprego (PME), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Ponczek, Botelho e Daulins (2008) levam em conta o viés potencial causado pelas características não observáveis (e invariantes no tempo) dos trabalhadores no cálculo do diferencial de salários público-privado. Os autores sugerem que o prêmio salarial favorável ao setor público tem magnitudes muito menores (em torno de 5%) do que as encontradas em estudos anteriores. Firpo e Gonzaga (2010), por sua vez, se utilizam da Relação Anual de Informações Sociais (Rais) de 1995 a 2002, do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), e identificam um amplo prêmio salarial favorável ao setor público. Como estratégia de identificação, os autores realizam uma análise de “diferença em diferenças” com base na demissão de trabalhadores de empresas estatais que foram privatizadas nos anos 1990 no Brasil.

participação no mercado de trabalho e na escolha de se trabalhar no setor privado ou no setor público. Em particular, pretende-se analisar os determinantes da escolha do trabalhador entre trabalhar no setor público, no setor privado ou ficar fora deste mercado de trabalho e estimar os salários dos setores público e privado observando-se a possibilidade de viés de seleção. O modelo leva em conta o fato de que o mercado de trabalho brasileiro é segmentado em três diferentes setores, a saber: *i*) setor público; *ii*) setor privado; e *iii*) não participantes no mercado de trabalho. Por setor público, entendam-se unicamente funcionários públicos estatutários e os celetistas; por setor privado, os empregados com e sem carteira assinada de trabalho; e, pelo restante, os não participantes neste mercado de trabalho, ou seja, os desempregados, trabalhadores por conta própria, entre outros tipos de trabalhadores.<sup>11</sup> O diferencial público-privado também é calculado por gênero, na medida em que a participação no mercado de trabalho é bastante diferenciada entre homens e mulheres. A análise desagregada dos salários entre homens e mulheres busca pontuar questões associadas à discriminação por gênero no mercado de trabalho no Brasil.<sup>12</sup>

A abordagem econométrica utilizada para lidar com o viés de seleção relacionado com a decisão de se trabalhar em diferentes tipos de setores tem como base o modelo de seleção amostral com *logit* multinomial de Bourguignon, Fournier e Gurgand (2004),<sup>13</sup> uma variação do método de Dubin e McFadden (1984). A base de dados provém da PNAD/IBGE, de 2009. Um procedimento estatístico, muito relevante em análises empíricas, associado com o desenho amostral complexo da PNAD, é adotado nas estimações do modelo.

Além desta introdução, este trabalho tem mais quatro seções. A seção 2 descreve o modelo econométrico usado para identificar os fatores determinantes no problema da escolha entre setores sob a perspectiva do trabalhador. A seção 3 descreve a base de dados, e também apresenta algumas estatísticas descritivas no que diz respeito ao mercado de trabalho brasileiro. A seção 4 apresenta os principais resultados deste estudo. Por fim, a seção 5 é dedicada a algumas conclusões.

---

11. Militares e empregadores estão incluídos neste setor.

12. Estudos empíricos sugerem que discriminação salarial por gênero é alta no Brasil. Com base na Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) de 2006, o estudo de Santos, Bastos e Rocha (2008), por exemplo, mostra que a renda média dos homens é 1,5 mais alta do que a renda média das mulheres. Ver também Kassouf (1998).

13. BFG daqui em diante.

## 2 MODELO ECONOMÉTRICO

O modelo básico é dado por:

$$\ln(w_s) = X_s \beta_s + u_s \quad (1)$$

e

$$I_s^* = Z_s \gamma_s + \varepsilon_s, \quad s=1 \dots M \quad (2)$$

em que  $\ln(w_s)$  é o logaritmo natural dos salários dos trabalhadores que não participam do mercado de trabalho ( $S = 0$ ), dos trabalhadores do setor público ( $S = 1$ ) e dos trabalhadores do setor privado ( $S = 2$ ), respectivamente;  $I_s^*$  é uma variável de escolha discreta que indica o setor de emprego do trabalhador;  $X_s$  e  $Z_s$  são matrizes de variáveis demográficas, regionais e institucionais; e o erro  $u_s$  satisfaz  $E(u_s|X) = 0$  e  $\text{Var}(u_s|X, Z) = \sigma_s^2$ . Como a variável  $\ln(w_s)$  é observada somente se o setor  $S$  for o escolhido,  $u_s$  e  $\varepsilon_s$  não são independentes, e a estimativa por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) de  $\beta_s$  não é consistente.

Lee (1983) foi um dos primeiros autores a corrigir tal inconsistência ao expandir o modelo de Heckman em dois estágios para a situação em que a equação de seleção envolve mais de dois estados.<sup>14</sup> O procedimento soluciona o problema por meio da utilização de uma equação de seleção que envolve um modelo *logit* multinomial – equação (2). Em seguida, adiciona-se a razão inversa de Mills nas diferentes equações de salários – equação (1) – para corrigir o problema. O sinal do coeficiente da razão inversa de Mills indica o viés de seleção da escolha de determinado estado.

No entanto, segundo Bourguignon, Fournier e Gurgand (2004), o procedimento de Lee expandido para mais de dois estados da natureza é extremamente restritivo.<sup>15</sup> Os autores propõem um mecanismo de correção baseado nos erros

14. Os modelos de regressão com mudança endógena (*endogenous switching regression*) são aplicados à análise de viés de autoseleção e envolvem um mecanismo que seleciona os agentes entre dois estados possíveis da economia. Lee (1978) foi um dos primeiros a utilizar tal arcabouço empiricamente para analisar os diferenciais de salários entre trabalhadores filiados a sindicatos e não membros de sindicatos nos Estados Unidos. Desde então, tal metodologia tem sido aplicada em uma variedade de temas subjacentes ao mercado de trabalho (Heckman e Honore, 1990). Além deste tema, estes modelos têm sido aplicados em inúmeros outros problemas, como demanda por habitação e educação (Maddala, 1986).

15. Uma importante vantagem do modelo adotado neste trabalho é o tratamento endógeno da escolha de setor e a possibilidade de se avaliar o efeito simultâneo entre a seleção de setor e os salários dos trabalhadores. A ideia de que indivíduos se autoselecionam no setor (ou ocupação) em que eles têm maior produtividade data do modelo clássico de Roy (1951). Nesse trabalho, o autor discute problemas de autoseleção ao considerar um exemplo de duas ocupações: caça e pesca. Neste caso, um indivíduo escolheria uma destas ocupações de acordo com a sua produtividade e, portanto, os mesmos se autoselecionariam a partir de suas vantagens comparativas. A distribuição observada de rendas dos caçadores e pescadores seria determinada por tais escolhas.

das equações ( $u_i$ ) de salários e na equação de seleção ( $\varepsilon_s$ ). O procedimento, assim como em Lee, é realizado em dois estágios. No primeiro, estima-se uma equação de seleção baseada em um *logit* multinomial. No segundo estágio, estima-se a equação de salários com o termo de correção. A diferença no procedimento reside no termo que corrige o viés de seleção.

O procedimento de BFG leva em consideração a correlação entre os erros de cada equação de salários e os erros de cada equação *logit* multinomial ( $u_i$  e  $\varepsilon_s$ , respectivamente):  $u_i = \sigma_i \sum_s \rho_s \varepsilon_s^* + \omega_i$ , para cada variável  $i$ . Os autores adicionam a hipótese de Independência das Alternativas Relevantes (IAR) de forma que o resíduo da relação linear entre os erros  $\omega_s$  seja ortogonal aos erros  $\varepsilon_s^*$ . Desta forma, o valor esperado dos erros  $u_i$  é dado por:

$$E(u_i | I_i^* > \max_{j \neq i} (I_j^*)) = \sigma_i \sum_s \rho_s E(\varepsilon_s^* | I_j^* > \max_{j \neq i} (I_j^*)) \quad (3)$$

O procedimento continua com a substituição desse valor condicional na equação de salários – equação (1). A equação de salários com o termo de viés de seleção, após algumas álgebras, a ser estimada é:<sup>16</sup>

$$\ln(w_i) = X_i \beta_1 + \sigma_1 \left[ \rho_1 m(P_1) + \sum_s \rho_s \frac{P_s}{(P_s - 1)} m(P_s) \right] + v_1 \quad (4)$$

em que  $P_s$  é a probabilidade de o estado  $s$  ser escolhido e  $v_1 = \varepsilon_1 + \log P_1$ . O número de termos de correção  $s$  depende do número de estados possíveis presente no *logit* multinomial. Com isso, a adoção do procedimento proposto por BFG permite identificar o viés de seleção relacionado à escolha de determinado estado.

Neste trabalho, a especificação acima é utilizada para indivíduos que não participam do mercado de trabalho e aqueles que escolhem atuar no setor público e no setor privado. As equações (1) e (2) incluem controles em  $X$  para características demográficas (gênero e cor), produtivas (nível educacional e experiência) e a localização geográfica do trabalhador. O nível educacional do trabalhador é representado pelas variáveis fundamental, médio e superior, correspondentes aos anos de escolaridade completos dos respectivos níveis de ensino. A variável experiência (EXPERIÊNCIA) é definida como a idade do trabalhador menos os anos de escolaridade menos seis. Esta medida embute a hipótese de que todos os

16. A descrição do modelo de BFG está baseada em Dimova e Gang (2006). Marinho e Mendes (2013) apresentam uma descrição mais detalhada do modelo de BFG.

trabalhadores iniciam a vida escolar aos 6 anos de idade e nenhum tempo é gasto fora da força de trabalho ou da escola. O capital humano pode ser depreciado, seguindo uma curva parabólica. Assim, a experiência é também incluída na sua forma quadrática (EXPERIÊNCIA<sup>2</sup>) a fim de se levar em conta a possível depreciação do capital humano.

### 3 BASE DE DADOS

A base de dados deste trabalho provém da PNAD de 2009. Como uma pesquisa de desenho amostral complexo, a PNAD utiliza técnicas de amostragem estratificada e de conglomeração e com probabilidades desiguais de seleção que, se não levadas em conta, podem gerar resultados estatísticos pouco precisos. Portanto, o tratamento incorreto do desenho amostral complexo de uma pesquisa compromete a confiabilidade das estimativas pontuais e seus respectivos erros-padrão, o que afeta o nível de significância e um eventual teste de hipóteses. Este trabalho leva em conta as técnicas de amostragem complexa da PNAD; assim, em todas as suas estimações, tal desenho amostral é utilizado.

#### 3.1 Estatísticas descritivas e descrição de variáveis

A composição da força de trabalho dos setores público e privado no Brasil é apresentada na tabela 1. O emprego do setor público como um todo representa mais de 14% da força de trabalho no país em 2009. A tabela mostra uma desagregação por tipo de contrato de trabalho em cada setor. Do setor público no Brasil, quatro categorias de trabalhadores são apresentadas: *i*) funcionários públicos estatutários (FPEs); *ii*) funcionários públicos celetistas; *iii*) funcionários públicos sem carteira (FPS); e *iv*) militares. A categoria dos FPEs consiste nos funcionários que passaram em concurso público, enquanto a dos funcionários públicos celetistas é composta por trabalhadores cujos vínculos empregatícios são regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT).<sup>17</sup> Os FPSs (os trabalhadores “informais” do setor público) não têm um contrato oficial de trabalho e, em geral, são temporários.<sup>18</sup> A inclusão de cada um destes grupos cobre todas as atividades da administração pública nos três níveis de governo (federal, estadual e local) e nas empresas públicas. Quando o mercado de trabalho do setor público é analisado por gênero, observa-se o mesmo padrão na desagregação por contrato de trabalho. Tanto para homens quanto para mulheres, a maior parte do funcionalismo público é representada por FPEs.

17. Os FPEs são regidos pelo Regime Jurídico Único (RJU).

18. A CF de 1988 determina formalmente todas as categorias de funcionários públicos e a Emenda Constitucional nº 19, de 1998, regulamentou a contratação de funcionários públicos não estatutários.

TABELA 1

**Brasil: emprego total por setor (2009)**

|  | Emprego total |              | Mulheres    |              | Homens      |              |
|--|---------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
|  | Milhões       | (%)          | Milhões     | (%)          | Milhões     | (%)          |
| Setor público                                | 9,4           | 14,2         | 5,3         | 18,2         | 4,1         | 11,2         |
| FPE  | 5,8           | 8,7          | 3,4         | 11,6         | 2,4         | 6,4          |
| Funcionário público com carteira (celetista) | 1,8           | 2,7          | 0,9         | 3,2          | 0,8         | 2,2          |
| FPS  | 1,7           | 2,5          | 1,0         | 3,4          | 0,7         | 1,8          |
| Militares                                    | 0,3           | 0,4          | 0,0         | 0,0          | 0,3         | 0,7          |
| Setor privado                                | 56,9          | 85,8         | 23,9        | 81,8         | 33,0        | 88,8         |
| Trabalhadores com carteira assinada          | 30,3          | 45,6         | 12,4        | 42,5         | 17,8        | 48,1         |
| Trabalhadores sem carteira assinada          | 12,4          | 18,7         | 6,7         | 23,1         | 5,6         | 15,2         |
| Conta-própria                                | 11,2          | 16,8         | 3,9         | 13,2         | 7,3         | 19,6         |
| Empregadores                                 | 3,1           | 4,7          | 0,9         | 3,0          | 2,2         | 5,9          |
| <b>Total</b>                                 | <b>66,3</b>   | <b>100,0</b> | <b>29,2</b> | <b>100,0</b> | <b>37,1</b> | <b>100,0</b> |

Fonte: IBGE/PNAD de 2009.

Com relação ao setor privado, os trabalhadores são classificados entre aqueles que possuem e os que não possuem um contrato formal de trabalho. A maior parte da força de trabalho do setor privado é composta por trabalhadores que têm carteira de trabalho e que, portanto, fazem parte do setor formal da economia (tabela 1). Nota-se que as mulheres têm uma participação maior no mercado informal de trabalho do que os homens. Em torno de 23% da força de trabalho feminina empregada não tem carteira assinada. Esta estatística se deve muito provavelmente ao grande número de mulheres que são trabalhadoras domésticas sem carteira de trabalho. Por sua vez, os trabalhadores por conta própria têm uma representatividade maior em relação às mulheres.

O universo de análise deste trabalho abrange todos os indivíduos, de 18 a 65 anos de idade, moradores de área urbana, que exercem atividades não agrícolas; para os trabalhadores do setor público e do setor privado, foram escolhidos os que reportaram uma jornada semanal entre 20 e 72 horas e uma remuneração positiva em sua ocupação principal na semana de referência da pesquisa. Uma série de filtros foi feita na subpopulação original com o objetivo de refinar a comparação de rendimentos entre trabalhadores do setor público e os equivalentes do setor privado. Do setor público, a amostra compreende apenas os FPEs e os funcionários públicos com carteira (celetistas). Com relação ao setor privado, apenas os trabalhadores com e sem carteira assinada foram considerados. Assim, a amostra usada para o cálculo do diferencial público-privado ficou restrita a 205.405 indivíduos (cerca de 51,4% da população original reportada pela PNAD de 2009). Desse total, 15.832 representam os trabalhadores do setor público restrito (só com FPEs e funcionários públicos com carteira); 68.729 trabalhadores fazem parte do setor privado restrito (somente os trabalhadores com e sem carteira assinada de trabalho);

120.844 representam os indivíduos não participantes da força de trabalho definida neste estudo.

O quadro 1 e a tabela 2 apresentam, respectivamente, as definições das variáveis e estatísticas descritivas referentes às características dos trabalhadores do setor público e do setor privado.

QUADRO 1

**Variáveis do modelo *logit* multinomial**

|                         | Descrição   |
|-------------------------|---|
| Variável dependente     |   |
| SETOR                   | 0 = escolha de não participar do mercado de trabalho;<br>1 = escolha para trabalhar no setor público; e<br>2 = escolha para trabalhar no setor privado. |
| Variáveis independentes |   |
| SALÁRIO                 | Salário mensal;   |
| SALÁRIO PADRÃO          | Salário mensal padronizado;   |
| LN SALÁRIO              | Logaritmo do salário padronizado;   |
| HORAS                   | Número de horas trabalhadas por semana;   |
| MULHER                  | 1 = mulher, 0 caso contrário;   |
| BRANCO                  | 1 = branco, 0 caso contrário;   |
| IDADE                   | idade do trabalhador;   |
| EXPERIÊNCIA             | anos de experiência;  |
| EXPERIÊNCIA2            | anos de experiência ao quadrado;  |
| EDUCAÇÃO                | número de anos de escolaridade;   |
| BÁSICO                  | 1 = ensino básico completo, 0 caso contrário;   |
| FUNDAMENTAL             | 1 = ensino fundamental completo, 0 caso contrário;  |
| MÉDIO                   | 1 = ensino médio completo, 0 caso contrário;  |
| SUPERIOR                | 1 = ensino superior completo, 0 caso contrário;   |
| ANOS TRAB               | número de anos no trabalho;   |
| SINDICALIZADO           | 1 = membro de sindicato, 0 caso contrário;  |
| NORTE                   | 1 = indivíduo residente na região Norte;  |
| NORDESTE                | 0 = indivíduo residente no Nordeste;  |
| CENTRO-OESTE            | 1 = indivíduo no Centro-Oeste;  |
| SUDESTE                 | 1 = indivíduo residente no Sudeste;   |
| SUL                     | 1 = indivíduo residente no Sul;   |
| RENDA NTRAB             | renda não proveniente do trabalho;  |
| FILHOO_15 <sup>1</sup>  | número de crianças de 0 a 15 anos no domicílio;   |
| IDOSO80_99              | número de idosos;   |
| CHEFE                   | 1 = chefe de família, 0 caso contrário.   |

Elaboração dos autores.

Nota: <sup>1</sup> Tal variável é uma *proxy* para o número de filhos na medida em que na PNAD não existe a informação de número de filhos para homens e nem a idade de filhos para as mulheres.

TABELA 2  
**Brasil: estatísticas descritivas do setor público e do setor privado (2009)**

| Variáveis                      | Setor público <sup>1</sup> |                                |        | Setor privado <sup>2</sup> |                                |  | Homens       |                                |  | Mulheres     |                                |            |        |
|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|--------|----------------------------|--------------------------------|--|--------------|--------------------------------|--|--------------|--------------------------------|------------|--------|
|                                | Média                      | Desvio-<br>padrão <sup>3</sup> |        | Média                      | Desvio-<br>padrão <sup>3</sup> |  | Média        | Desvio-<br>padrão <sup>3</sup> |  | Média        | Desvio-<br>padrão <sup>3</sup> |            |        |
| <b>EQUAÇÃO DE SALÁRIOS</b>     |                            |                                |        |                            |                                |  |              |                                |  |              |                                |            |        |
| SALÁRIO-PADRÃO                 | R\$ 1.425,39               | 19,565                         | 9,110  | R\$ 741,52                 | 9,110                          |  | R\$ 1.587,95 | 30,750                         |  | R\$ 1.317,90 | 18,140                         | R\$ 684,92 | 7,373  |
| LN SALÁRIO PADRÃO              | R\$ 7,26                   | 0,010                          | 0,005  | R\$ 6,61                   | 0,005                          |  | R\$ 7,37     | 0,014                          |  | R\$ 7,18     | 0,011                          | R\$ 6,52   | 0,006  |
| HORAS                          | 37,81                      | 0,081                          | 0,045  | 43,49                      | 0,045                          |  | 40,25        | 0,111                          |  | 44,34        | 0,100                          | 42,02      | 0,062  |
| GÊNERO                         | 0,57                       | 0,004                          | 0,002  | 0,37                       | 0,002                          |  | -            | -                              |  | -            | -                              | -          | -      |
| RAÇA                           | 0,57                       | 0,004                          | 0,004  | 0,53                       | 0,004                          |  | 0,53         | 0,007                          |  | 0,50         | 0,006                          | 0,58       | 0,005  |
| IDADE                          | 41,58                      | 0,099                          | 0,049  | 33,56                      | 0,049                          |  | 41,79        | 0,149                          |  | 34,12        | 0,123                          | 32,56      | 0,074  |
| EXPERIÊNCIA                    | 17,61                      | 0,958                          | 0,369  | 15,18                      | 0,369                          |  | 18,27        | 1,280                          |  | 16,45        | 1,260                          | 13,33      | 0,549  |
| EXPERIÊNCIA <sup>2</sup>       | 421,13                     | 43,314                         | 14,812 | 333,17                     | 14,812                         |  | 438,89       | 59,552                         |  | 376,37       | 2,048                          | 274,73     | 20,968 |
| EDUCAÇÃO                       | 13,04                      | 0,274                          | 0,131  | 9,71                       | 0,131                          |  | 12,71        | 0,392                          |  | 9,21         | 0,177                          | 10,48      | 0,171  |
| BÁSICO                         | 0,03                       | -                              | -      | 0,15                       | -                              |  | 0,05         | -                              |  | 0,19         | -                              | 0,09       | -      |
| FUNDAMENTAL                    | 0,09                       | -                              | -      | 0,23                       | -                              |  | 0,12         | -                              |  | 0,26         | -                              | 0,18       | -      |
| MÉDIO                          | 0,30                       | -                              | -      | 0,46                       | -                              |  | 0,29         | -                              |  | 0,41         | -                              | 0,54       | -      |
| SUPERIOR                       | 0,58                       | -                              | -      | 0,16                       | -                              |  | 0,55         | -                              |  | 0,14         | -                              | 0,19       | -      |
| ANOS TRABALHADOS               | 11,89                      | 0,097                          | 0,030  | 4,40                       | 0,030                          |  | 12,43        | 0,138                          |  | 4,74         | 0,038                          | 3,80       | 0,040  |
| SINDICALIZADO                  | 0,38                       | 0,006                          | 0,003  | 0,20                       | 0,003                          |  | 0,38         | 0,007                          |  | 0,21         | 0,003                          | 0,19       | 0,004  |
| NORTE                          | 0,08                       | 0,003                          | 0,001  | 0,05                       | 0,001                          |  | 0,09         | 0,003                          |  | 0,06         | 0,002                          | 0,05       | 0,002  |
| NORDESTE                       | 0,24                       | 0,006                          | 0,004  | 0,18                       | 0,004                          |  | 0,24         | 0,007                          |  | 0,18         | 0,004                          | 0,16       | 0,004  |
| CENTRO-OESTE                   | 0,09                       | 0,003                          | 0,002  | 0,07                       | 0,002                          |  | 0,10         | 0,004                          |  | 0,07         | 0,002                          | 0,07       | 0,002  |
| SUDESTE                        | 0,44                       | 0,007                          | 0,005  | 0,53                       | 0,005                          |  | 0,43         | 0,008                          |  | 0,52         | 0,005                          | 0,53       | 0,006  |
| SUL                            | 0,15                       | 0,004                          | 0,004  | 0,17                       | 0,004                          |  | 0,14         | 0,005                          |  | 0,16         | 0,004                          | 0,18       | 0,005  |
| <b>EQUAÇÃO DE PARTICIPAÇÃO</b> |                            |                                |        |                            |                                |  |              |                                |  |              |                                |            |        |
| RENDIA NÃO TRABALHADOR         | R\$ 222,39                 | 8,317                          | 2,085  | R\$ 62,84                  | 2,085                          |  | R\$ 235,48   | 13,881                         |  | R\$ 59,60    | 2,356                          | R\$ 213,16 | 8,735  |
| FILHO_15                       | 0,69                       | 0,009                          | 0,006  | 0,78                       | 0,006                          |  | 0,71         | 0,013                          |  | 0,81         | 0,007                          | 0,73       | 0,007  |
| IDOS080_99                     | 0,03                       | 0,002                          | 0,001  | 0,02                       | 0,001                          |  | 0,02         | 0,002                          |  | 0,02         | 0,001                          | 0,02       | 0,001  |
| CHEFE                          | 0,50                       | 0,004                          | 0,002  | 0,43                       | 0,002                          |  | 0,73         | 0,006                          |  | 0,54         | 0,003                          | 0,23       | 0,003  |

Fonte: IBGE/PNAD de 2009.

Notas: <sup>1</sup> O conceito de setor público adotado neste trabalho compreende apenas os FPEs e os funcionários públicos com carteira assinada.

<sup>2</sup> O conceito de setor privado adotado neste trabalho compreende apenas os trabalhadores com e sem carteira assinada.

<sup>3</sup> Desvio-padrão linearizado (estatísticas baseadas no desenho amostral complexo da PNAD).

A maior parte dos trabalhadores do setor público é constituída por mulheres, representando em torno de 57% do total de trabalhadores deste setor, enquanto o valor correspondente para o setor privado é de aproximadamente 37% (tabela 2). É interessante destacar algumas características, válidas tanto para homens quanto para mulheres. Os funcionários públicos têm mais idade e mais anos de escolaridade em comparação com os trabalhadores do setor privado. Com relação à distribuição espacial da força de trabalho, o emprego do setor público e do setor privado está sobrerrepresentado na região Sudeste do país. Em torno de 43%(44%) dos(as) funcionários(as) do setor público e 52% (53%) dos funcionários(as) do setor privado estão localizados nesta região (tabela 2). Com relação às características de trabalho, vale ressaltar que 38% dos(as) trabalhadores(as) do setor público são membros de sindicatos enquanto, para o setor privado, esta estatística corresponde a 21%, para homens, e 19% para mulheres. Os trabalhadores do setor público permanecem no emprego mais do que o dobro do tempo dos trabalhadores do setor privado.

A variável correspondente aos salários é a renda mensal, estritamente positiva, recebida pelos trabalhadores de seu trabalho principal. Nossa medida de renda de trabalho, tanto do setor público quanto do setor privado, corresponde ao rendimento do trabalho padronizado pelo número de horas trabalhadas por semana.<sup>19</sup>

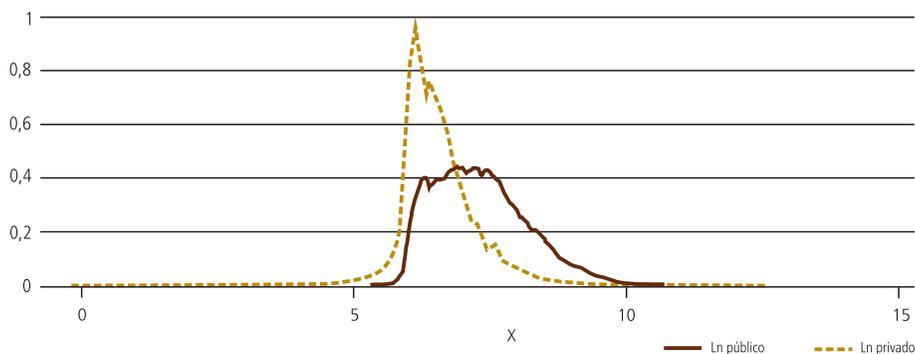
Tanto a média quanto o desvio-padrão do salário padronizado do setor público é maior do que estas mesmas estatísticas do setor privado. A diferença bruta entre o salário médio padronizado do setor público e o do setor privado é extremamente alta (cerca de 92%). Quando o cálculo do hiato salarial é realizado entre as rendas nominais dos dois setores, o salário do setor público é superior cerca de 84%, o que evidencia que parte do diferencial do rendimento padronizado é explicado pela diferença de jornada de trabalho entre o setor público e o setor privado. De fato, é importante ressaltar que a média de horas semanais trabalhadas no setor público em questão (37,81) é quase 13% menor do que a média de horas semanais trabalhadas no setor privado (43,49). O gráfico 1 apresenta as distribuições de salários dos trabalhadores do setor público e do setor privado.

No que diz respeito à análise específica por gênero, nota-se que, entre as mulheres, o diferencial de salários padronizados público-privado chega a 92% enquanto para os homens é de 104%. Os gráficos 2 e 3 apresentam as distribuições de salários do setor público e do setor privado para mulheres e homens, respectivamente. Nota-se uma forte concentração de trabalhadores(as) que ganham em

19. O rendimento padronizado é a renda mensal dividida pelo número de horas trabalhadas na semana multiplicada por 40 horas. Assim, o salário estimado é aquele se todos os trabalhadores possuísem a mesma jornada de trabalho de 40 horas. Este procedimento foi adotado em Braga, Firpo e Gonzaga (2009).

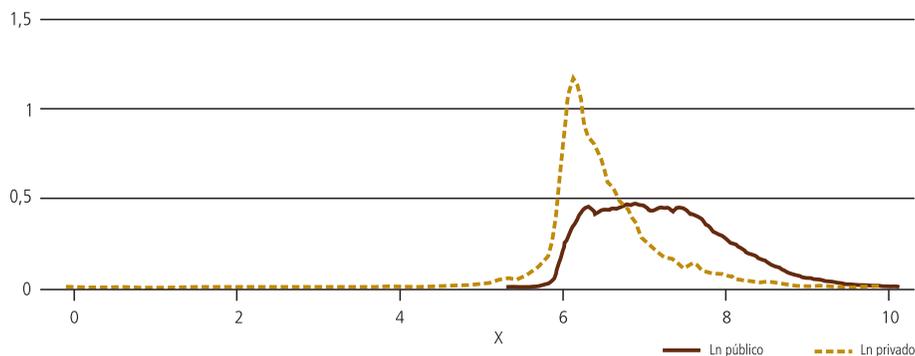
torno de um salário mínimo (SM) no setor privado.<sup>20</sup> Um dado interessante a se observar é que, para os trabalhadores homens, o setor privado tem limites inferiores e superiores maiores do que o setor público no suporte da distribuição dos salários. No caso das mulheres, o setor público apresenta um limite superior maior do que o do setor privado.

GRÁFICO 1  
**Ln do rendimento padronizado: setor público e setor privado**  
 (Densidade Kernel)



Elaboração dos autores.

GRÁFICO 2  
**Ln do rendimento padronizado: setor público e setor privado – mulheres**  
 (Densidade Kernel)



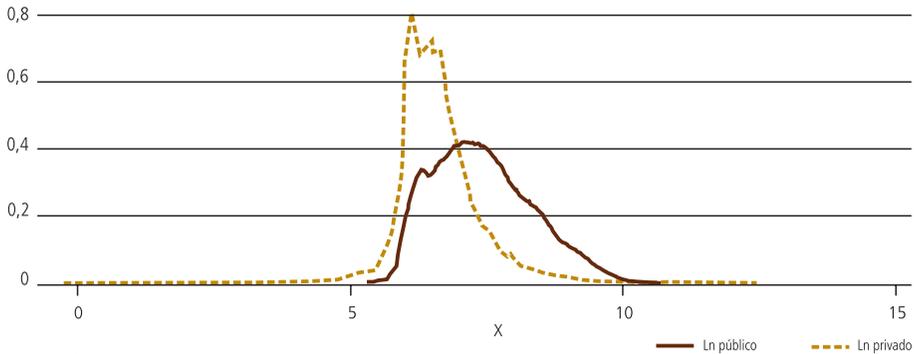
Elaboração dos autores.

20. Braga, Firpo e Gonzaga (2009) apresentam estas mesmas evidências para os trabalhadores do setor público e do setor privado de forma geral.

GRÁFICO 3

**Ln do rendimento padronizado: setor público e setor privado – homens**

(Densidade Kernel)



Elaboração dos autores.

**4 RESULTADOS****4.1 Modelo *logit* multinomial**

Os coeficientes estimados do modelo *logit* multinomial para a participação no mercado de trabalho do setor público ou do setor privado são apresentados na tabela 3. Um coeficiente positivo indica que a variável contribuiu para o aumento da probabilidade de se obter emprego no setor público ou no setor privado. Um coeficiente negativo contribui para a redução dessa probabilidade. A variável-base de comparação é a não participação no mercado de trabalho em questão. Logo, a interpretação dos resultados do modelo deve levar em conta a probabilidade de um trabalhador estar no setor público (SETOR = 1) ou no setor privado (SETOR = 2) em detrimento da não participação nestes dois setores (SETOR = 0).

A educação afeta de forma positiva a escolha do indivíduo em trabalhar tanto no setor público quanto no setor privado. Trabalhadores com um nível maior de escolaridade têm mais probabilidade de conseguir emprego no setor público (em especial, aqueles que têm nível superior) do que no setor privado.<sup>21</sup> Quanto à experiência, os resultados também indicam uma relação positiva nas oportunidades de trabalho no setor público e no setor privado em relação à não participação no mercado de trabalho. Tal fato é indicado pelo coeficiente positivo para variável experiência (EXPERIÊNCIA); o coeficiente negativo para experiência ao quadrado (EXPERIÊNCIA<sup>2</sup>) está associado com a depreciação do capital humano.

21. A única exceção se dá para a amostra composta por homens, em que o coeficiente da variável referente ao ensino superior (SUPERIOR) não se mostra estatisticamente significativo para o setor privado.

TABELA 3

**Equação de seleção para o setor público e o setor privado**

| Variáveis    | Geral                |                      | Homens               |                      | Mulheres             |                      |
|--------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|              | Público              | Privado              | Público              | Privado              | Público              | Privado              |
| EXPERIÊNCIA  | 0,120***<br>(0,003)  | 0,009***<br>(0,002)  | 0,098***<br>(0,005)  | 0,012***<br>(0,002)  | 0,135***<br>(0,004)  | 0,017***<br>(0,003)  |
| EXPERIÊNCIA2 | -0,002***<br>(0,000) | -0,001***<br>(0,000) | -0,002***<br>(0,000) | -0,001***<br>(0,000) | -0,002***<br>(0,000) | -0,001***<br>(0,000) |
| FUNDAMENTAL  | 0,433***<br>(0,080)  | 0,253***<br>(0,034)  | 0,472***<br>(0,108)  | 0,234***<br>(0,042)  | 0,385***<br>(0,118)  | 0,504***<br>(0,072)  |
| MÉDIO        | 1,889***<br>(0,081)  | 0,624***<br>(0,035)  | 1,698***<br>(0,111)  | 0,353***<br>(0,044)  | 2,033***<br>(0,116)  | 1,225***<br>(0,073)  |
| SUPERIOR     | 3,425***<br>(0,083)  | 0,647***<br>(0,040)  | 2,844***<br>(0,112)  | 0,080<br>(0,049)     | 3,802***<br>(0,118)  | 1,418***<br>(0,076)  |
| BRANCO       | -0,103***<br>(0,023) | -0,009<br>(0,013)    | -0,188***<br>(0,034) | -0,087***<br>(0,018) | -0,045<br>(0,031)    | 0,081***<br>(0,020)  |
| MULHER       | -0,217***<br>(0,022) | -1,086***<br>(0,014) | -                    | -                    | -                    | -                    |
| NORTE        | 0,136***<br>(0,049)  | -0,018<br>(0,029)    | 0,130**<br>(0,059)   | -0,010<br>(0,039)    | 0,144**<br>(0,059)   | -0,041<br>(0,037)    |
| CENTRO-OESTE | 0,121<br>(0,038)     | 0,348<br>(0,025)     | 0,210<br>(0,052)     | 0,330<br>(0,032)     | 0,063<br>(0,048)     | 0,401***<br>(0,034)  |
| SUDESTE      | -0,213***<br>(0,034) | 0,605***<br>(0,020)  | -0,223***<br>(0,046) | 0,589***<br>(0,024)  | -0,188***<br>(0,041) | 0,663***<br>(0,029)  |
| SUL          | -0,069<br>(0,043)    | 0,701***<br>(0,027)  | -0,157***<br>(0,055) | 0,572***<br>(0,032)  | 0,010<br>(0,054)     | 0,876***<br>(0,037)  |
| CHEFE        | 0,424***<br>(0,023)  | 0,323***<br>(0,015)  | 0,591***<br>(0,038)  | 0,256***<br>(0,020)  | 0,330***<br>(0,032)  | 0,321***<br>(0,024)  |
| RENDA NTRAB  | 0,000***<br>(0,000)  | -0,001***<br>(0,000) | 0,000***<br>(0,000)  | 0,000***<br>(0,000)  | 0,000***<br>(0,000)  | -0,001***<br>(0,000) |
| FILHOO_15    | -0,012<br>(0,023)    | -0,063***<br>(0,013) | 0,060*<br>(0,034)    | 0,165***<br>(0,017)  | -0,077**<br>(0,031)  | -0,352***<br>(0,019) |
| IDOSO80_99   | -0,053<br>(0,064)    | -0,214***<br>(0,043) | -0,166<br>(0,110)    | -0,297***<br>(0,054) | 0,028<br>(0,081)     | -0,121*<br>(0,065)   |
| CONSTANTE    | -5,093***<br>(0,090) | -0,487***<br>(0,041) | -4,738***<br>(0,119) | -0,374***<br>(0,051) | -5,615***<br>(0,125) | -2,030***<br>(0,078) |
| Observações  | 203.015              |                      | 93.821               |                      | 109.173              |                      |
| Teste F      | 877,83               |                      | 321,55               |                      | 526,87               |                      |
| Valor-p      | 0,000                |                      | 0,000                |                      | 0,000                |                      |

Fonte: PNAD de 2009. Elaboração dos autores.

Nota: \* nível de significância de 10%; \*\* de 5%; e \*\*\* de 1%.

Obs.: Erro-padrão linearizado entre parênteses.

A análise por gênero mostra que mulheres possuem uma probabilidade menor de entrada no mercado de trabalho (tanto no setor público quanto no setor privado) em relação a não participar do mercado de trabalho. A análise por raça/

cor mostra que homens brancos também apresentam uma probabilidade menor de entrada no setor público e no setor privado; no caso das mulheres brancas, há um incentivo para entrada no setor privado.

Outro resultado interessante diz respeito à localização geográfica do trabalhador. Na região Sudeste, as oportunidades do emprego no setor público não são tão atraentes para os trabalhadores quanto na região Nordeste.<sup>22</sup> O mesmo ocorre para a região Norte. Com exceção da probabilidade de entrada da mulher no setor privado, os coeficientes da variável referente à região Centro-Oeste não são significativos para todas as amostras analisadas.

A inclusão da variável RENDANTRAB (renda não proveniente do trabalho) não influencia a escolha entre participar ou não do mercado de trabalho dos setores público e privado.<sup>23</sup>

A questão de identificação pelo controle da presença ou pelo número de filhos ou de pessoas idosas na família já foi tratada de forma abrangente na literatura sobre oferta de salários e participação da força de trabalho (Killingsworth e Heckman, 1986). Em análise sobre o viés de seleção presente na escolha de se trabalhar entre o setor público e o setor privado, Tansel (2005) e Heitmueller (2004) encontram evidências de que o número de filhos tem um efeito positivo para os homens e um efeito negativo para as mulheres, com relação à entrada no setor público, resultados semelhantes aos encontrados aqui. A tabela 3 aponta ainda que, para a amostra como um todo (ou seja, quando não se distinguem os trabalhadores por gênero), a presença de filhos entre 0 e 15 anos (FILHO0\_15) desestimula a entrada do trabalhador no setor privado. No que diz respeito à presença de idosos (IDOSO80\_90), essa variável sugere um efeito negativo de se trabalhar no setor privado nos três estratos analisados. Com relação à variável que representa a condição do trabalhador na família – ser chefe de família (CHEFE) –, há um efeito positivo na entrada do mercado de trabalho tanto no setor público quanto no setor privado nas três amostras.

#### 4.2 Equações de salários: setor público *versus* setor privado

A estimação de duas regressões de salários separadas para os trabalhadores do setor público e do setor privado permite identificar algumas diferenças potenciais entre os mercados de trabalho destes setores, mas não leva em conta o viés de seleção presente na escolha setorial. Apesar de as estimativas por MQO poderem oferecer informações interessantes acerca dos determinantes dos salários dos indivíduos,

22. A variável associada à região Nordeste foi omitida das estimações para se evitar perfeita colinearidade.

23. A renda não proveniente do trabalho (RENDANTRAB) representa todos os tipos de renda que não provêm dos rendimentos do trabalho (aluguel, pensões, entre outras). O coeficiente estimado desta variável mostra-se estatisticamente significativo para todos os estratos analisados.

existe uma possibilidade de que os coeficientes das covariadas destas equações de rendimentos sejam viesados. A aplicação do modelo BFG busca, portanto, corrigir este viés de seleção. Ao modelar as preferências dos trabalhadores por meio do modelo *logit* multinomial apresentado na seção 2, o diferencial de salários públicos privados pode ser estimado com a correção do viés de seleção presente no problema da escolha do trabalhador em entrar no setor público, no setor privado ou não participar do mercado de trabalho em questão.

Em ambos os modelos estimados neste trabalho (sem e com restrição), leva-se em conta o plano amostral complexo da PNAD. As estimativas obtidas baseiam-se nas informações detalhadas sobre os elementos da amostra, tais como os estratos e conglomerados ou unidades primárias de amostragem, e suas probabilidades de inclusão ou pesos. Tal procedimento proporciona estimativas baseadas no plano amostral para a variância assintótica dos estimadores dos parâmetros, as quais são simples de calcular e são consistentes sob condições fracas no plano amostral e na especificação do modelo (Pessoa e Silva, 1998).

Portanto, são dois os modelos estimados: *i*) modelo de regressão linear, sem a correção do viés de seleção, considerando o plano amostral da PNAD, pelo método de Máxima Pseudoverossimilhança; e *ii*) modelo com a correção de viés de seleção, conforme descrito em BFG, considerando o plano amostral da PNAD, pelo método de Máxima Pseudoverossimilhança – modelo BFG. As tabelas 4, 5 e 6 reportam os resultados das estimações de ambos os modelos para as três amostras analisadas (total, mulheres e homens, respectivamente).

Com relação ao modelo de regressão linear, sem correção do viés de seleção, nota-se que, com uma única exceção, todas as variáveis têm seus coeficientes estatisticamente significativos, com sinais adequados, nas equações de rendimentos dos trabalhadores dos setores público e privado nas três amostras analisadas (tabelas 4, 5 e 6).<sup>24</sup> Um maior nível de escolaridade, por exemplo, aumenta os retornos à educação do trabalhador, tanto no setor público quanto no setor privado. Há um efeito igualmente positivo para a variável *cor/raça*, o que sinaliza que os salários potenciais dos trabalhadores(as) brancos(as) são mais altos do que os dos não brancos. Na tabela 4, pode-se notar ainda que o coeficiente da variável *MULHER* é negativo, indicando que as mulheres têm um retorno menor dos salários do que os homens.

No que diz respeito às regiões geográficas, as mulheres e os homens residentes nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste que trabalham no setor privado são os que apresentam os coeficientes mais altos e, portanto, maiores retornos em relação aos salários, se comparado com outras regiões (tabelas 5 e 6).

---

24. A exceção se refere ao coeficiente da variável *NORTE* para a amostra dos homens (tabela 6).

TABELA 4

**Equação de salários: amostra total**

| Variáveis      | Modelo de regressão linear (sem correção de viés) |                     | Modelo BFG (com correção de viés) |                     |
|----------------|---|---------------------|-----------------------------------|---------------------|
|                | Público   | Privado             | Público                           | Privado             |
| EXPERIÊNCIA    | 0,032***<br>(0,002)                               | 0,039***<br>(0,001) | 0,034***<br>(0,005)               | 0,012***<br>(0,003) |
| EXPERIÊNCIA2   | 0,000***<br>(0,000)                               | 0,001***<br>(0,000) | 0,000***<br>(0,000)               | 0,000***<br>(0,000) |
| FUNDAMENTAL    | 0,221***<br>(0,037)                               | 0,170***<br>(0,014) | 0,258***<br>(0,039)               | 0,137***<br>(0,016) |
| MÉDIO          | 0,768***<br>(0,039)                               | 0,541***<br>(0,015) | 0,887***<br>(0,066)               | 0,281***<br>(0,041) |
| SUPERIOR       | 1,542***<br>(0,040)                               | 1,235***<br>(0,018) | 1,650***<br>(0,121)               | 0,581***<br>(0,080) |
| BRANCO         | 0,122***<br>(0,013)                               | 0,123***<br>(0,005) | 0,117***<br>(0,013)               | 0,143***<br>(0,006) |
| MULHER         | 0,329***<br>(0,012)                               | 0,248***<br>(0,005) | 0,510***<br>(0,037)               | 0,495***<br>(0,025) |
| NORTE          | 0,088***<br>(0,023)                               | 0,154***<br>(0,011) | 0,089***<br>(0,024)               | 0,119***<br>(0,012) |
| CENTRO-OESTE   | 0,347***<br>(0,028)                               | 0,270***<br>(0,012) | 0,402***<br>(0,029)               | 0,337***<br>(0,013) |
| SUDESTE        | 0,095***<br>(0,020)                               | 0,319***<br>(0,009) | 0,184***<br>(0,035)               | 0,533***<br>(0,021) |
| SUL            | 0,097***<br>(0,024)                               | 0,314***<br>(0,010) | 0,203***<br>(0,037)               | 0,520***<br>(0,021) |
| m0             | -<br>-  | -<br>-              | 0,005*<br>-(0,003)                | 0,318***<br>(0,097) |
| m1             | -<br>-  | -<br>-              | 0,101<br>(0,077)                  | 0,467***<br>(0,057) |
| m2             | -<br>-  | -<br>-              | 0,963***<br>(0,168)               | 1,313***<br>(0,119) |
| CONSTANTE      | 5,678***<br>(0,043)                               | 5,437***<br>(0,017) | 5,918***<br>(0,310)               | 7,673***<br>(0,217) |
| Observações    | 15.213  | 66.839              | 15.213                            | 66.839              |
| R <sup>2</sup> | 0,39  | 0,38                | 0,40                              | 0,38                |

Fonte: PNAD de 2009. Elaboração dos autores.

Nota: \* nível de significância de 10%; \*\* 5% e \*\*\* 1%.

Obs.: Erro-padrão linearizado entre parênteses.

TABELA 5

**Equação de salários: mulheres**

| Variáveis      | Modelo de regressão linear (sem correção de viés) |                      | Modelo BFG (com correção de viés) |                      |
|----------------|---|----------------------|-----------------------------------|----------------------|
|                | Público   | Privado              | Público                           | Privado              |
| EXPERIÊNCIA    | 0,025***<br>(-0,002)                              | 0,031***<br>(-0,001) | 0,071***<br>(-0,007)              | 0,054***<br>(-0,006) |
| EXPERIÊNCIA2   | 0,000***<br>(0,000)                               | 0,000***<br>(0,000)  | -0,001***<br>(0,000)              | -0,001***<br>(0,000) |
| FUNDAMENTAL    | 0,099**<br>(0,044)                                | 0,070**<br>(0,032)   | 0,215***<br>(0,051)               | 0,216***<br>(0,038)  |
| MÉDIO          | 0,532***<br>(0,048)                               | 0,401***<br>(0,032)  | 1,111***<br>(0,084)               | 0,824***<br>(0,084)  |
| SUPERIOR       | 1,298***<br>(0,050)                               | 1,067***<br>(0,034)  | 2,409***<br>(0,146)               | 1,721***<br>(0,150)  |
| BRANCO         | 0,129***<br>(0,016)                               | 0,126***<br>(0,008)  | 0,099***<br>(0,016)               | 0,120***<br>(0,008)  |
| NORTE          | 0,112***<br>(0,028)                               | 0,114***<br>(0,017)  | 0,167***<br>(0,028)               | 0,133***<br>(0,018)  |
| CENTRO-OESTE   | 0,329***<br>(0,029)                               | 0,213***<br>(0,015)  | 0,329***<br>(0,031)               | 0,239***<br>(0,017)  |
| SUDESTE        | 0,099***<br>(0,021)                               | 0,257***<br>(0,012)  | -0,016<br>(0,037)                 | 0,250***<br>(0,022)  |
| SUL            | 0,110***<br>(0,026)                               | 0,234***<br>(0,014)  | 0,035<br>(0,041)                  | 0,256***<br>(0,022)  |
| m0             | -<br>-  | -<br>-               | -0,018<br>(0,080)                 | 0,568***<br>(0,113)  |
| m1             | -<br>-  | -<br>-               | 0,720***<br>(0,091)               | 0,418***<br>(0,096)  |
| m2             | -<br>-  | -<br>-               | -0,010<br>(0,190)                 | 0,788***<br>(0,128)  |
| CONSTANTE      | 5,678***<br>(0,051)                               | 5,457***<br>(0,034)  | 3,406***<br>(0,338)               | 4,760***<br>(0,314)  |
| Observações    | 8.668   | 24.428               | 8.668                             | 24.428               |
| R <sup>2</sup> | 0,36  | 0,36                 | 0,37                              | 0,37                 |

Fonte: PNAD de 2009. Elaboração dos autores.

Nota: \*nível de significância de 10%; \*\*5%; e \*\*\* 1%.

Obs.: Erro-padrão linearizado entre parênteses.

TABELA 6

**Equação de salários: homens**

| Variáveis      | Modelo de regressão linear (sem correção de viés) |                      | Modelo BFG (com correção de viés) |                      |
|----------------|---|----------------------|-----------------------------------|----------------------|
|                | Público   | Privado              | Público                           | Privado              |
| EXPERIÊNCIA    | 0,044***<br>(0,003)                               | 0,044***<br>(0,001)  | 0,028***<br>(0,006)               | 0,008***<br>(0,002)  |
| EXPERIÊNCIA2   | 0,000***<br>(0,000)                               | -0,001***<br>(0,000) | 0,000***<br>(0,000)               | 0,000***<br>(0,000)  |
| FUNDAMENTAL    | 0,314***<br>(0,050)                               | 0,190***<br>(0,015)  | 0,297***<br>(0,051)               | 0,092***<br>(0,017)  |
| MÉDIO          | 0,968***<br>(0,054)                               | 0,576***<br>(0,016)  | 0,765***<br>(0,085)               | 0,057*<br>(0,035)    |
| SUPERIOR       | 1,755***<br>(0,055)                               | 1,290***<br>(0,021)  | 1,186***<br>(0,148)               | 0,153**<br>(0,068)   |
| BRANCO         | 0,113***<br>(0,020)                               | 0,121***<br>(0,007)  | 0,118***<br>(0,021)               | 0,154***<br>(0,007)  |
| NORTE          | 0,054<br>(0,034)                                  | 0,175***<br>(0,013)  | 0,028<br>(0,035)                  | 0,129***<br>(0,013)  |
| CENTRO-OESTE   | 0,368***<br>(0,038)                               | 0,298***<br>(0,014)  | 0,442***<br>(0,039)               | 0,349***<br>(0,015)  |
| SUDESTE        | 0,087***<br>(0,029)                               | 0,348***<br>(0,011)  | 0,330***<br>(0,047)               | 0,663***<br>(0,026)  |
| SUL            | 0,073**<br>(0,034)                                | 0,358***<br>(0,012)  | 0,299***<br>(0,048)               | 0,639***<br>(0,025)  |
| m0             | -<br>-  | -<br>-               | 0,019<br>(0,033)                  | 0,858***<br>(0,200)  |
| m1             | -<br>-  | -<br>-               | -0,299***<br>(0,099)              | -0,754***<br>(0,057) |
| m2             | -<br>-  | -<br>-               | 1,554***<br>(0,201)               | 2,139***<br>(0,183)  |
| CONSTANTE      | 5,339***<br>(0,059)                               | 5,320***<br>(0,019)  | 7,109***<br>(0,372)               | 9,107***<br>(0,195)  |
| Observações    | 6.545   | 42.411               | 6.545                             | 42.411               |
| R <sup>2</sup> | 0,42  | 0,38                 | 0,42                              | 0,40                 |

Fonte: PNAD de 2009. Elaboração dos autores.

Nota: \* nível de significância de 10%; \*\* 5%; e \*\*\* 1%.

Obs.: Erro-padrão linearizado entre parênteses.

Em geral, as magnitudes dos coeficientes diferem entre os dois modelos: o modelo de regressão linear e o modelo BFG. Neste último modelo, por exemplo, o nível de escolaridade das mulheres gera uma redução maior nos salários do setor público e menor nos salários do setor privado em comparação com o modelo de regressão linear (tabela 5). Esta mesma diferença entre os coeficientes associados às variáveis educacionais é encontrada na análise com base na amostra total (tabela 4). Quando a análise é feita somente para os homens (ver tabela 6), os coeficientes educacionais mostram-se maiores no modelo BFG (tanto no setor público quanto no setor privado em relação ao modelo de regressão linear). Um resultado semelhante entre os dois modelos (e nas três amostras analisadas) é a elevação no retorno educacional à medida que o nível de escolaridade aumenta.

As variáveis regionais relacionadas aos salários são, em sua maioria, estatisticamente significativas quando estimadas pelo BFG.<sup>25</sup> Com relação às variáveis de gênero (MULHER, tabela 4) e de cor/raça, os coeficientes encontrados no modelo BFG mostram-se estatisticamente significativos e com os mesmos sinais dos obtidos no modelo de regressão linear.

Quanto às variáveis associadas aos termos de correção adicionados nas equações de salários, todos os coeficientes estimados para o setor privado mostram-se estatisticamente significativos em todas as amostras analisadas. Para a amostra composta só por homens, o sinal do coeficiente da variável *m1* mostra-se negativo tanto no setor público quanto no setor privado, o que indica um impacto de redução de salários em ambos os setores. Para a amostra das mulheres, o único coeficiente que se mostra significativo para o setor público é a variável *m1*, entre as variáveis que corrigem o viés de seleção, indicando um impacto positivo nos salários.

### 4.3 Decomposição dos diferenciais de salários

A tabela 7 mostra que o diferencial salarial público-privado é extremamente alto no Brasil. Para a amostra como um todo (homens e mulheres), o diferencial salarial bruto, isto é, a diferença entre o salário médio do setor público e o salário médio do setor privado, fica em torno de 92%, taxa semelhante à encontrada na análise para as mulheres. Na análise restrita aos homens, esse diferencial aumenta para um pouco mais de 104%.

O hiato salarial público-privado calculado com base no modelo de regressão linear, isto é, levando-se em conta as características observáveis dos trabalhadores, mostra-se muito próximo aos diferenciais salariais brutos obtidos na amostra total e na amostra para as mulheres. Para a amostra dos homens, o diferencial “controlado” pelas características se reduz para aproximadamente 94%.

25. A exceção se encontra para as variáveis SUL e SUDESTE para amostra das mulheres no setor público e NORTE para os homens no setor público.

TABELA 7

**Teste de média (teste t) para log-salários no setor público e no setor privado (2009)**

|                                     | Salários não condicionais |               | Modelo de regressão linear (sem correção de viés) |               | Modelo BFG (com correção de viés) |               |
|-------------------------------------|---------------------------|---------------|---|---------------|-----------------------------------|---------------|
|                                     | Setor público             | Setor privado | Setor público                                     | Setor privado | Setor público                     | Setor privado |
| <b>Total</b>                        |                           |               |   |               |                                   |               |
| Setor público – setor privado       |                           |               |   |               |                                   |               |
| Log-salários padronizados           | 7,2622                    | 6,6087        | 7,265717  | 6,6131        | 7,169485                          | 6,612963      |
| Erro-padrão linearizado             | (0,010)                   | (0,005)       | (0,0058)  | (0,0033)      | (0,0058)                          | (0,003)       |
| Diferença nas médias (test t)       | 0,746***<br>(0,006)       |               | 0,197***<br>(0,015)                               |               | 0,714***<br>(0,004)               |               |
| Hiato salarial (%)                  | 92,23                     |               | 92,05   |               | 74,46                             |               |
| Diferença nos salários padronizados |                           |               |   |               |                                   |               |
| <b>Mulheres</b>                     |                           |               |   |               |                                   |               |
| Setor público – setor privado       |                           |               |   |               |                                   |               |
| Log-salários padronizados           | 7,1838                    | 6,5293        | 7,1866  | 6,5334        | 7,195592                          | 6,5334        |
| Erro-padrão linearizado             | (0,011)                   | (0,011)       | (0,006)   | (0,004)       | (0,006)                           | (0,004)       |
| Diferença nas médias (test t)       | 0,729***<br>(0,008)       |               | 0,121***<br>(0,018)                               |               | 0,172***<br>(0,013)               |               |
| Hiato salarial (%)                  | 92,42                     |               | 92,15   |               | 93,91                             |               |
| Diferença nos salários padronizados |                           |               |   |               |                                   |               |
| <b>Homens</b>                       |                           |               |   |               |                                   |               |
| Setor público – setor privado       |                           |               |   |               |                                   |               |
| Log-salários padronizados           | 7,3702                    | 6,6541        | 7,3211  | 6,6588        | 7,3265                            | 6,6584        |
| Erro-padrão linearizado             | (0,014)                   | (0,006)       | (0,009)   | 0,0037        | (0,009)                           | (0,004)       |
| Diferença nas médias (test t)       | 0,808***<br>(0,009)       |               | 0,173***<br>(0,013)                               |               | 0,668***<br>(0,004)               |               |
| Hiato salarial (%)                  | 104,64                    |               | 93,94   |               | 95,07                             |               |
| Diferença nos salários padronizados |                           |               |   |               |                                   |               |

Fonte: PNAD de 2009. Elaboração dos autores.

Nota: \*nível de significância de 1%; \*\*5%; e \*\*\*10%.

Obs.: Erro-padrão linearizado entre parênteses.

Um resultado digno de nota se aplica aos diferenciais salariais encontrados com base no modelo BFG. Neste caso, além dos controles usuais, as variáveis que corrigem o viés de seleção na escolha do trabalhador ( $m_0$ ,  $m_1$  e  $m_2$ ) são levadas em conta no cálculo dos diferenciais. A inclusão de tais variáveis é, muito provavelmente, o fator principal na divergência encontrada nos diferenciais obtidos no modelo de regressão linear e no modelo BFG. Para a amostra total, o diferencial salarial encontrado no modelo BFG é de 74,5%. Na amostra das mulheres, esse diferencial aumenta para 94%, enquanto o diferencial salarial entre os homens trabalhadores do setor público e do setor privado é de 95%.

Em geral, a vantagem salarial dos empregados públicos em relação aos trabalhadores do setor privado pode ser atribuída a dois conjuntos de fatores: *i*) a segmentação do mercado de trabalho permite que o setor público estabeleça salários mais altos que os dos trabalhadores equivalentes no setor privado; e *ii*) os trabalhadores do setor público têm mais educação e por isso podem ocupar postos que requerem maior qualificação. O primeiro conjunto reflete diferenças nas regras de determinação de salários para trabalhadores com características semelhantes, denominado aqui efeito segmentação, mas também conhecido como efeito preços, ao passo que o segundo está associado a um efeito de composição da força de trabalho em cada setor, denominado simplesmente efeito composição.

A tabela 8 mostra os resultados da decomposição dos diferenciais de salários entre os setores público e privado. A decomposição foi feita com base na metodologia proposta por Juhn, Murphy e Pierce (1993).<sup>26</sup> Nota-se que, tanto no modelo de regressão linear quanto no modelo BFG, a maior parte do diferencial salarial público-privado pode ser explicada pelas diferenças observadas nas características dos trabalhadores (efeito composição). Para a amostra total e a amostra composta unicamente pelas mulheres, observa-se que a parte do diferencial associada ao efeito composição varia de 62% a 64% do total do diferencial, enquanto para a amostra composta unicamente por homens, essa parcela aumenta para mais de 70% do diferencial salarial total.

Um resultado interessante diz respeito à participação no diferencial total das variáveis que corrigem o viés de seleção na escolha do trabalhador e nas diferenças desta participação entre as amostras analisadas. Para a amostra total, nota-se que o diferencial salarial associado unicamente a tais variáveis é igual a 5,70%, com uma participação de 8% sobre o diferencial total. Na amostra dos homens, esse diferencial fica em torno de 33,4% e o peso desse diferencial é igual a 35% do diferencial total. Para as mulheres, os resultados merecem atenção na medida em que o diferencial público-privado associado às variáveis de correção de seleção é negativo (-53%); no entanto, o aumento significativo do diferencial salarial público-privado associado às características observáveis nesta amostra (mulheres) compensa o diferencial negativo.

Outro resultado que merece destaque diz respeito ao prêmio salarial do trabalhador do setor público, isto é, ao diferencial salarial associado ao efeito segmentação. Para o modelo BFG, esse prêmio é de 35% para as mulheres e 28% para os homens.

26. Uma decomposição semelhante do diferencial de salários público-privado pode ser encontrada em Barbosa e Souza (2012) e Souza e Medeiros (2013). Embora o último artigo utilize um controle de seletividade dos trabalhadores, o foco principal do mesmo é a análise do papel do diferencial público-privado na desigualdade de rendimentos do trabalho.

TABELA 8

**Decomposição dos diferenciais de salários**

(Em %)

|  | Modelo de regressão linear<br>(sem correção de viés) |            | Modelo BFG<br>(com correção de viés) |            |
|--|--|------------|--------------------------------------|------------|
|  |  | % do total |                                      | % do total |
| <b>Total</b>   |  |            |                                      |            |
| Setor Público – setor privado                        |  |            |                                      |            |
| i) Efeito composição (características observadas)    | 58,55  | 64         | 46,37                                | 62         |
| i.1) Controles                                       | 58,55  | 64         | 40,67                                | 55         |
| i.2) Seleção   | -  | -          | 5,70                                 | 8          |
| ii) Efeito segmentação<br>(coeficientes estimados)   | 33,49  | 36         | 28,08                                | 38         |
| iii) Não explicado (resíduos)                        | 0,01   | 0          | 0,01                                 | 0          |
| Diferencial salarial total                           | 92,05  | 100        | 74,46                                | 100        |
| <b>Mulheres</b>                                      |  |            |                                      |            |
| Setor público – setor privado                        |  |            |                                      |            |
| i) Efeito composição<br>(características observadas) |  |            |                                      |            |
| i.1) Controles                                       | 35,02  | 38         | 112,19                               | 119        |
| i.2) Seleção   | -  | -          | -52,94                               | -56        |
| ii) Efeito segmentação<br>(coeficientes estimados)   | 35,02  | 38         | 34,64                                | 37         |
| iii) Não explicado (resíduos)                        | 0,02   | 0          | 0,02                                 | 0          |
| Diferencial salarial total                           | 92,15  | 100        | 93,91                                | 100        |
| <b>Homens</b>  |  |            |                                      |            |
| Setor público – setor privado                        |  |            |                                      |            |
| i) Características observadas                        | 67,88  | 72         | 67,19                                | 71         |
| i.1) Controles                                       | 67,88  | 72         | 33,80                                | 36         |
| i.2) Seleção   | -  | -          | 33,39                                | 35         |
| ii) Efeito segmentação<br>(coeficientes estimados)   | 26,04  | 28         | 27,87                                | 29         |
| iii) Não explicado (resíduos)                        | 0,01   | 0          | 0,01                                 | 0          |
| Diferencial salarial total                           | 93,94  | 100        | 95,07                                | 100        |

Elaboração dos autores.

**5 CONCLUSÕES**

Este estudo analisa a possibilidade da existência de um viés de seleção no cálculo do diferencial salarial entre os setores público e privado no Brasil. Com base em um modelo que corrige o viés de seleção e ainda leva em consideração o desenho amostral complexo da PNAD, são analisados fatores que incentivam os indivíduos a entrar no mercado de trabalho e a escolher atuar no setor público ou privado. Além disso, os impactos dessas escolhas são analisados sobre o cálculo do diferencial salarial público-privado no Brasil.

Os resultados demonstram que os salários do setor público são mais altos do que aqueles do setor privado no Brasil. A educação (em especial, o nível superior de ensino) é um fator determinante nesta diferença e apresenta efeitos significativos na probabilidade de entrada de homens e mulheres no mercado de trabalho do setor público. Esses resultados são amplamente consistentes com a maior parte da literatura existente sobre o tema (Panizza e Qiang, 2005; Heitmueller, 2004; Stelcner, Van der Gaag e Vijverberg, 1989, entre outros). Outro resultado a ser destacado diz respeito à variável utilizada como *proxy* para filhos no modelo de seleção. A presença de filhos afeta de forma distinta a oferta de trabalho de homens e mulheres. Enquanto filhos reduzem a participação das mulheres no mercado de trabalho, eles aumentam a participação dos homens. Por sua vez, a presença de idosos reduz a probabilidade de entrada no setor privado tanto de homens quanto de mulheres. A condição de ser chefe de família afeta de forma positiva a entrada de homens e mulheres no mercado de trabalho. Os resultados deste estudo sugerem ainda que controlar a escolha de se trabalhar no setor público ou no setor privado nas equações de salários destes setores tem um impacto, ainda que de pouca magnitude, no diferencial salarial público-privado no Brasil. Quando a endogeneidade é considerada, o hiato salarial tende a ser maior do que o diferencial público-privado obtido com o modelo sem a correção do viés de seleção.

Outra contribuição interessante deste trabalho se relaciona à decomposição do diferencial de salários em um montante referido aos retornos das características produtivas do trabalhador (às dotações), aos retornos e aos termos relativos ao viés de seleção amostral do problema de escolha do trabalhador. A decomposição feita com base na metodologia de Juhn, Murphy e Pierce (1993) permite identificar, assim, que a composição dos trabalhadores explica em grande parte as discrepâncias salariais entre os setores público e privado no Brasil.

Por fim, vale ressaltar que este trabalho utilizou procedimentos de modelagem estatística relacionados com o desenho amostral complexo da PNAD. Os resultados indicam que o uso de tais procedimentos não gera discrepâncias quantitativas e qualitativas notáveis em relação às estimações sem levar em conta os métodos de amostragem adotados pela PNAD.

Diversas são as direções possíveis para trabalhos futuros sobre o tema. A primeira concerne ao cálculo dos diferenciais salariais para ocupações específicas dos trabalhadores do setor público e do setor privado. Os grupos dos trabalhadores do setor público e do setor privado diferem devido a fatores institucionais e há heterogeneidade significativa (intragrupos) em relação aos tipos de ocupação ou região, por exemplo. A inclusão no modelo de escolha setorial de variáveis relacionadas com o *background* familiar do agente também se revela uma importante estratégia de identificação a ser implementada. Como Bender (2003) e Hartog e

Oosterbeek (1993) apontam, variáveis como nível de educação dos pais e ocupação impactam de forma significativa a escolha individual do emprego no setor público e no setor privado.

## ABSTRACT

This study investigates the wage gap between the public and private sectors in Brazil. The analysis is carried out with 2009 microdata from the National Household Sample Survey (PNAD). The main contribution of this study is an estimation method that corrects the selection bias in the choice of the employment sector and takes into account the PNAD complex sample design. This model allows for the identification of some of the factors that determine whether the individual participates in the labor market, and whether he enters the public sector or the private sector. The public-private wage gap is calculated by gender as labor supply varies significantly between women and men. The results show that public sector wages are higher than those in the private sector. In particular, educational level is an important factor that explains this wage gap.

**Keywords:** public-private wage gap; public sector; selection bias correction model.

## REFERÊNCIAS

- AMEMIYA, T. **Advanced econometrics**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 2005.
- ASLAM, M.; KINGDON, G. Public-private sector segmentation in the Pakistani labour market. **Journal of Asian economics**, v. 20, p. 34-39, 2009.
- BARBOSA, A. L. H. **Diferencial salarial público-privado: uma resenha da literatura**. Rio de Janeiro: Ipea, 2009 (Texto para Discussão, n. 1.457). Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br>>.
- BARBOSA, A. L. H.; SOUZA, P. H. Diferencial salarial público-privado e desigualdade dos rendimentos do trabalho no Brasil. **Boletim mercado de trabalho: conjuntura e análise**, Rio de Janeiro: Ipea, n. 53, 2012 (Nota Técnica). Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br>>.
- BECKER, G. **Investment in human capital: a theoretical analysis**, v. 70, Oct. 1962 (suplemento especial).
- \_\_\_\_\_. **Human capital: a theoretical and empirical analysis**. New York: Columbia University Press, 1975.
- BELLUZO, W.; PAZELLO, E.; ANUATTI-NETO, F. Distribuição de salários e diferencial público-privado no Brasil. **Revista brasileira de economia**, v. 59, n. 4, p. 511-533, out./dez. 2005.
- BENDER, K. A. The central government private sector wage differential. **Journal of economic surveys**, v. 12, n. 2, p. 177-220, 1998.
- \_\_\_\_\_. Examining equality between public and private sector wage distributions. **Economic inquiry**, v. 41, p. 62-79, 2003.
- BENDER, S.; FERNANDES, R. Gastos públicos com pessoal: uma análise de emprego e salário no setor público brasileiro no período 1992-2004. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 24. **Anais...** Salvador: ANPEC, 2006.
- BOURGUIGNON, F.; FOURNIER, M.; GURGAND, M. **Selection bias corrections based on the multinomial logit model: Monte-Carlo comparisons**. Delta, 2004. Disponível em: <[http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=555744](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=555744)>. Acesso em: 22 ago. 2012.

\_\_\_\_\_. Selection bias corrections based on the multinomial logit model: Monte-Carlo comparisons. **Journal of economic surveys**, v. 21, n. 1, 2007.

BRAGA, B. G.; FIRPO, S.; GONZAGA, G. Escolaridade e diferencial de rendimentos entre o setor privado e o setor público no Brasil. **Pesquisa e planejamento econômico**, Rio de Janeiro, v. 39, n. 3, dez. 2009.

DAOUD, Y.; SHANTI, R. **Private-public sector employment choice and wage differential in Palestine**: a gender perspective. Alemanha: University Library of Munich, 2012 (MPRA Paper, n. 39.782).

DIMOVA, R.; GANG, I. **Self-selection and wages during volatile transition**. West London: Centre for Economic Development & Institutions Brunel University, 2006 (Cedi Discussion Paper Series, n. 06-03). Disponível em: <<http://cedi.org.uk>>. Acesso em: 22 ago. 2012.

DUBIN, J. A.; MCFADDEN, D. L. An econometric analysis of residential electric appliance holdings and consumption. **Econometrica**, v. 52, n. 2, p. 345-362, Mar. 1984.

EHRENBERG, R. G.; SCHWARTZ, J. L. Public sector markets. In: ASHENFELTER, O. C.; LAYARD, R. (Ed.). **Handbook of labor economics**. Amsterdam: North-Holland, 1986. p. 1.219-1.268, v. 2.

FIRPO, S.; GONZAGA, G. Going private: public sector rents and privatization in Brazil. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMETRIA, 32. **Anais....** Salvador: Sociedade Brasileira de Econometria (SBE), 2010.

FOGUEL, M. N. *et al.* The public-private wage gap in Brazil. **Revista brasileira de economia**, v. 54, n. 4, p. 433-472, out./dez. 2000.

GLINSKAYA, E.; LOKSHIN, M. **Wage differentials between the public and private sectors in India**. Banco Mundial, 2005 (World Bank Policy Research Working Paper, n. 3.574).

GREGORY, R. C. Public sector pay. In: GREGORY, M.; THOMPSON, A. (Ed.). **A portrait of pay: 1970-1982: an analysis of the new earining survey**. Oxford: Clarendon Press, 1990. p. 172-205.

\_\_\_\_\_; BORLAND, J. Recent developments in public sector labor markets. In: ASHENFELTER, O. C.; CARD, D. (Ed.). **Handbook of labor economics**. Amsterdam: North-Holland, 1999. p. 3.573-3.630. v. 3. cap. 53.

HARTOG, J.; OOSTERBEEK, H. Public and private sector wages in the Netherlands. **European economic review**, v. 37, p. 97-114, 1993.

HECKMAN, J. Sample selection bias as a specification error. **Econometrica**, v. 47, n. 1, p. 153-161, 1979.

HECKMAN, J. J.; HONORE, B. E. The empirical content of the Roy model. **Econometrica**, Econometric Society, v. 58, n. 5, p. 1.121-1.149, Sept. 1990.

HECKMAN, J. J.; LOCHNER, L. J.; TODD, P. E. **Fifty years of Mincer earnings regressions**. Bonn: Institute for the Study of Labor (IZA), 2003 (Discussion Paper, n. 775).

HEITMUELLER, A. **Public-private sector wage differentials in Scotland**: an endogenous switching model. Bonn: Institute for the Study of Labor (IZA), 2004 (Discussion Paper, n. 992).

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) 2006**. Rio de Janeiro: IBGE, 2006 (Notas Técnicas).

JUHN, C.; MURPHY, K. M.; PIERCE, B. Wage inequality and the rise in returns to skill. **Journal of political economy**, p. 410-442, 1993.

KASSOUF, A. L. Wage gender discrimination and segmentation in the Brazilian labor market. **Economia aplicada**, v. 2, n. 2, 1998.

KILLINGSWORTH, M.; HECKMAN, J. J. Female labor supply: a survey. In: ASHENFELTER, O. C.; LAYARD, R. (Ed.). **Handbook of labor economics**. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1986. v. 1.

LEE, L. F. Unionism and wages rates: a simultaneous equations model with qualitative and limited dependent variables. **International economic review**, v. 19, p. 415-433, 1978.

\_\_\_\_\_. Generalized econometric models with selectivity. **Econometrica**, v. 52, n. 2, p. 507-512, Mar. 1983.

MADDALA, G. S. Disequilibrium, self-selection, and switching models. In: GRILICHES, Z.; INTRILIGATOR, M. D. (Ed.). **Handbook of econometrics**. Amsterdam: North-Holland, 1986. p. 1.633-1.688. v. 3. cap. 28.

MARINHO, E.; MENDES, S. The impact of government income transfers on the Brazilian job market. **Estudos econômicos**, São Paulo, v. 43, n. 1, p. 29-50, jan./mar. 2013.

MCFADDEN, D. Conditional logit analysis of qualitative choice behavior. In: ZAREMBKA, P. (Ed.). **Frontiers of econometrics**. New York: Academic Press, 1973. p. 105-142.

MINCER, J. **Schooling, experience and earnings**. New York: Columbia University Press, National Bureau of Economics Research, 1974.

PANIZZA, U.; QIANG, C. Z. Public-private wage differential and gender gap in Latin America: spoiled bureaucrats and exploited women? **The journal of socio economics**, v. 34, p. 810-833, 2005.

PESSOA, D. G. C.; SILVA, P. L. N. **Análise de dados amostrais complexos**. São Paulo: Associação Brasileira de Estatística, 1998. 170 p.

PONCZEK, V. P.; BOTELHO, F. B.; DAULINS, E. Evaluating the wage differential between public and private sectors in Brazil. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMETRIA, 30. **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Econometria (SBE), 2008.

ROY, A. **Some thoughts on the distributional of earnings**. 1951. p. 135-146 (Oxford Economic Papers, n. 3).

SANTOS, G. C.; BASTOS, P. M. A.; ROCHA, L. E. V. Determinantes da renda do trabalho no Brasil no período de 2002 a 2006. In: CONGRESSO DA SOBER, 46. **Anais...** Rio Branco, 2008.

SOUZA, P. H. G. F.; MEDEIROS, M. Diferencial salarial público-privado e desigualdade de renda *per capita* no Brasil. **Estudos econômicos**, São Paulo, v. 43, n. 1, p. 5-28, jan./mar. 2013.

STELCNER, M.; VAN DER GAAG, J.; VIJVERBERG, W. A switching regression model of public-private sector wage differentials in Peru: 1985-86. **The journal of human resources**, v. 24, n. 3, p. 545-559, 1989.

STN – SECRETARIA DO TESOURO NACIONAL. **Consolidação das contas públicas de 2011**. Brasília: STN, 2011.

TANSEL, A. Public-private choice, wage differentials, and gender in Turkey. **Economic development and cultural change**, University of Chicago Press, v. 53, n. 2, p. 453-477, 2005.

VAZ, D. V.; HOFFMAN, R. Remuneração nos serviços no Brasil: o contraste entre funcionários públicos e privados. **Economia e sociedade**, Campinas, v. 16, n. 2 (30), 2007.

**BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR**

BARBOSA, A. L. H.; BARBOSA FILHO, F. H. **Diferencial de Salários entre os setores público e privado no Brasil**: um modelo de escolha endógena. Rio de Janeiro: Ipea, 2012 (Texto para Discussão, n. 1.713). Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br>>.

BARBOSA, A. L. H.; BARBOSA FILHO, F. H. **Public-private wage gap and endogenous sector choice in Brazil**. In: LATIN AMERICAN AND CARIBBEAN ECONOMIC ASSOCIATION (LACEA), 13. Rio de Janeiro, nov. 2008.

BELLANTE, D.; LINK, A. N. Are public sector workers more risk averse than private sector workers? **Industrial and labor relations review**, v. 34, n. 3, p. 408-412, 1981.

CAMERON, A. C.; TRIVERDI, P. K. **Microeconometrics** – methods and applications. Cambridge University Press, 2005.

CARVALHO, A. P. **Decomposição do diferencial de salários no Brasil em 2003**: uma aplicação dos procedimentos de Oaxaca e Heckman em pesquisas amostrais complexas. 2005. Tese (Mestrado) – Escola Nacional de Ciências Estatísticas/IBGE, Rio de Janeiro, 2005.

COCHRAN, W. G. **Sampling techniques**. 3rd ed. New York: John Wiley & Sons, 1977.

GUNDERSON, M. Earnings differentials between the public and private sectors. **Canadian journal of economics**, v. 12, p. 228-242, 1979.

KISH, L. **Survey sampling**. New York: Willey, 1965.

KOLEV, A.; ROBLES, P. **Addressing the gender gap in Ethiopia**: how crucial is the quest for education parity? 2007. Disponível em: <[http://www.cee-recherche.fr/colloque\\_t Tepp/discriminations/pdf/Kolev.pdf](http://www.cee-recherche.fr/colloque_t Tepp/discriminations/pdf/Kolev.pdf)>.

LIMA, J. R. F. **Efeitos da pluriatividade e rendas não-agrícolas sobre a pobreza e desigualdade rural na região Nordeste**. 2008. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

LOSHIN, M.; SAJAJA, Z. Maximum likelihood estimation of endogenous switching regression models. **Stata journal**, v. 4, n. 2, p. 282-289, 2004.

LUMLEY, T. Analysis of complex survey samples. **Journal of statistical software**, v. 9, n. 8, p. 1-19, 2004.

MADDALA, G. S. **Limited-dependent and qualitative variables in economics**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1983.

PFEIFER, C. **Risk aversion and sorting into public sector employment**. Bonn: Institute for the Study of Labor (IZA), 2008 (Discussion Paper, n. 3.503).

ROBSON, C.; TOMES, N. Union wage differentials in the public and private sector: a simultaneous equations specification. **Journal of labor economics**, v. 2, p. 106-127, Jan. 1984.

SACHSIDA, A.; LOUREIRO, P. R. A.; MENDONÇA, M. J. C. Um estudo sobre retorno em escolaridade no Brasil. **Revista brasileira de economia**, v. 58, n. 2, p. 249-265, abr./jun. 2004.

SANTOS, G. C. *et al.* **Participation in the Brazilian labor market and income determinants**: a Heckman's procedure analysis. In: LATIN AMERICAN AND CARIBBEAN ECONOMIC ASSOCIATION (LACEA), 13. Rio de Janeiro, nov. 2008.

SILVA, P. L. N.; PESSOA, D. C.; LILA, M. F. Análise estatística de dados da PNAD: incorporando a estrutura do plano amostral. **Ciência & saúde coletiva**, v. 7, n. 4, p. 659-670, 2002.

TERREL, K. Public-private wage differentials in haiti: do public servants earn a rent? **Journal of development economics**, v. 42, n. 2, p. 293-314, 1993.

(Originais submetidos em 17 de novembro de 2011. Última versão recebida em 26 de fevereiro de 2013. Aprovada em 16 de abril de 2013.)

# O FUNDO PREVIDENCIÁRIO DOS SERVIDORES DA UNIÃO: RESULTADOS ATUARIAIS

Felipe Vilhena Antunes Amaral\*

Fabio Giambiagi\*\*

Marcelo Abi-Ramia Caetano\*\*\*

O artigo discute a criação da Fundação de Previdência Complementar do Servidor Público Federal (FUNPRESP), que alterou o sistema previdenciário para os futuros servidores da União. A partir da elaboração de um modelo de simulação estocástico para as variáveis financeiras e atuariais são comparados os valores médios e a distribuição dos benefícios previdenciários oferecidos antes e depois da entrada em vigor da FUNPRESP. Baseado em análises de cenários e de sensibilidade para as variáveis financeiras e biométricas, conclui-se que a taxa de reposição dos benefícios depende de um conjunto de variáveis, entre as quais algumas estão sob o poder discricionário do participante, como o tempo de contribuição, a alíquota contributiva e a composição da carteira dos ativos; e outras, fora do seu poder de decisão, como a taxa de retorno do patrimônio. Em relação à situação anterior à FUNPRESP, a nova previdência pode oferecer retorno tanto superior quanto inferior, mas o risco recairá sobre o servidor.

**Palavras-chave:** previdência complementar; taxa de reposição de benefícios previdenciários; aposentadoria; simulação estocástica; otimização.

JEL: C63; G23; H55.

## 1 INTRODUÇÃO

Este artigo tem como objetivo apresentar, mediante cálculo atuarial, os valores esperados dos benefícios de aposentadoria dos servidores civis que aderirem à Fundação de Previdência Complementar do Servidor Público Federal (FUNPRESP), a qual alterou o sistema de aposentadorias para os futuros servidores da União. A referida entidade recolherá as contribuições dos funcionários públicos da União na ativa que ingressarem após a sua entrada em vigor, por meio da aplicação de uma alíquota contributiva incidente sobre a parcela do salário que exceder ao teto estabelecido pelo Instituto Nacional de Seguridade Social (INSS), de R\$ 3.916,20, em 2012 – ano da elaboração deste trabalho. Em contrapartida, no momento do início do benefício desses funcionários, a aposentadoria paga pelos cofres da União será limitada ao referido teto do INSS, devendo o valor restante ser pago pela FUNPRESP, em moldes similares ao que ocorre com os beneficiários de fundos de pensão, como a Previ, no Banco do Brasil (BB), ou a Petros, na Petrobras, para

---

\* Administrador da área de Gestão de Riscos do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).

\*\* Economista da área de Gestão de Riscos do BNDES.

\*\*\* Técnico de Planejamento e Pesquisa da Diretoria de Estudos e Políticas Sociais (Disoc) do Ipea.

citar apenas dois dos casos mais conhecidos. Caetano (2011, p. 198) explica a dinâmica resultante nos seguintes termos:

A criação da previdência complementar não altera o valor dos fluxos de pagamentos de benefícios previdenciários no futuro próximo, porém traz redução imediata de arrecadação para o custeio das atuais aposentadorias e pensões. A rápida queda de arrecadação somente se compensa anos à frente, com a limitação futura dos benefícios previdenciários ao teto do Regime Geral da Previdência Social (RGPS). A proposta de criação de previdência complementar para servidores públicos, ora em curso, ameniza os custos de transição ao focá-la para os funcionários que vierem a ingressar após sua instituição. Trata-se de um meio de suavizar os custos de transição, porque diminui a perda de arrecadação ao se restringir a um grupo futuro de servidores. No entanto, ela torna mais lento o alcance de uma situação em que todos os servidores públicos terão seus benefícios previdenciários limitados ao teto do RGPS.

Como resultado dessa dinâmica, espera-se que o desequilíbrio entre despesas e receitas do Regime Público da Previdência Social (RPPS) se agrave ligeiramente durante alguns anos, tanto em função da mencionada perda de arrecadação associada aos novos entrantes, como também da parcela da contribuição que, pela regra de paridade, terá de ser desembolsada pelo empregador, ou seja, a União. Futuramente, porém, imagina-se que o fato de os compromissos de pagamento serem limitados ao teto do INSS fará o desequilíbrio diminuir, gerando um benefício fiscal para a União.<sup>1</sup>

É sabido que a entrada em funcionamento da FUNPRESP implicará uma transferência significativa dos riscos financeiros e atuariais do governo para os futuros participantes do fundo. A determinação do valor esperado dos benefícios recebidos pelo novo fundo e a explicitação dos riscos envolvidos para os participantes são as principais questões que este trabalho pretende abordar.

Cabe ressaltar que a FUNPRESP é um plano de benefícios na modalidade de contribuição definida, ou seja, o valor da aposentadoria é função do total aportado de contribuições, rentabilidade do patrimônio e tempo de fruição de benefício. Portanto, não há garantia de recebimento de determinado valor do benefício. Assim, os valores apresentados ao longo deste artigo são somente estimativas a respeito do valor esperado do benefício futuro e de sua distribuição. Os valores efetivos podem divergir do esperado pela diferença entre a realidade futura e as hipóteses adotadas.

A metodologia adotada para a modelagem do plano previdenciário foi a *simulação estocástica*, utilizada em conjunto com técnicas de programação não linear. A partir desse arcabouço e com a assunção de algumas premissas, foi possível verificar que, na maioria dos cenários estudados, o valor esperado das aposentadorias

---

1. Para as razões da importância de uma reforma da previdência social, ver Tafner e Giambiagi (2007). Para situar o tema no contexto dos problemas fiscais do país, ver Velloso e Mendes (2011). Para os problemas típicos dos regimes previdenciários de servidores públicos, ver Pinheiro (2001). Para uma comparação específica entre os regimes previdenciários de servidores de diversos países, ver Pinheiro (2004).

programadas será ligeiramente inferior àquelas que seriam recebidas caso fossem mantidas as regras previdenciárias até então vigentes. Além disso, verificou-se que os riscos financeiros (de a rentabilidade dos ativos ser aquém do esperado) em conjunto com os riscos biométricos (de o participante viver mais do que previsto, por exemplo) poderão comprometer significativamente o poder de compra dos futuros assistidos do plano previdenciário.

Em particular, constatou-se que os participantes do gênero feminino serão os que terão as maiores perdas relativas *vis-à-vis* as regras previdenciárias que vigoravam após a promulgação da Emenda Constitucional (EC) nº 41/2003. Entretanto, foi constatado também que a postergação da idade de aposentadoria ou a elevação da contribuição do participante para a alíquota de 11% tornará possível que os benefícios previdenciários médios sejam mantidos em níveis similares aos que eram oferecidos pela regra anteriormente vigente.<sup>2</sup> Uma conclusão menos intuitiva foi a de que o aumento da participação de ativos com maior risco, além de proporcionar um aumento significativo no valor dos benefícios previdenciários, não representou um incremento nos riscos assumidos pelos participantes.<sup>3</sup>

Este artigo está dividido em nove seções, incluindo esta introdução. A próxima seção apresenta uma breve revisão da literatura sobre a matéria previdenciária. Na terceira, são mostrados os fatos estilizados que justificam a criação do fundo de aposentadoria dos servidores públicos da União. A quarta seção explica o modelo desenvolvido para comparar os benefícios previdenciários, de acordo com as regras previdenciárias do período anterior e posterior à promulgação da lei que criou a FUNPRESP. A quinta e a sexta seções apresentam as hipóteses, os cenários e as equações matemáticas utilizadas para projeção dos futuros fluxos de contribuições e de benefícios. A sétima seção expõe os resultados do modelo. A oitava seção apresenta uma análise qualitativa dos pontos positivos e negativos da FUNPRESP. Por fim, a nona seção sumariza as conclusões.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

A literatura já registra um conjunto de estudos acerca da relação entre o valor das contribuições e dos benefícios previdenciários. Apesar das diferenças entre os métodos adotados, as conclusões são semelhantes. A razão é que, em um regime capitalizado com equilíbrio atuarial, há somente duas fontes para o custeio dos pagamentos dos benefícios futuros, que são as contribuições e a rentabilidade auferida do patrimônio acumulado. Desta maneira, há somente três modos de se incrementar o valor do benefício a se receber: a elevação das contribuições regulares

---

2. Isso indica que a noção de perda deve ser relativizada, dada a possibilidade de recebimento de benefícios superiores aos atuais para aqueles servidores que optem por maior tempo de contribuição.

3. Risco aqui é definido como a probabilidade de não alcance de uma determinada meta para os benefícios.

ao fundo de previdência; o aumento do retorno dos ativos financeiros; ou a redução do tempo de fruição de aposentadoria por meio da elevação dos requisitos de idade e/ou tempo de contribuição.

No âmbito nacional, os trabalhos pioneiros sobre o equilíbrio entre aportes e benefícios, dentro de uma perspectiva individual para o Regime Geral da Previdência Social (RGPS), foram de Oliveira, Beltrão e Maniero (1997) e Oliveira, Beltrão e Pasinato (1998). De acordo com esses dois estudos, desenvolvidos anteriormente ao conjunto de reformas da virada do século, as alíquotas definidas pela legislação seriam inferiores àquelas necessárias ao alcance do equilíbrio atuarial. Em relação ao serviço público, Fernandes e Gremaud (2004) apresentam resultado, considerando as regras vigentes na EC nº 20/1998, mas anteriores à EC nº 41/2003, e apontam para a necessidade de elevação de alíquota para o alcance do equilíbrio.

No que se refere ao RGPS, as reformas efetivadas pela EC nº 20, pelo fator previdenciário e pelo cálculo da aposentadoria pelo histórico contributivo, alteraram essa conclusão. Afonso e Giambiagi (2009) afirmam que as alíquotas cobradas pelo RGPS são excessivas para as aposentadorias por tempo de contribuição, mas insuficientes para as aposentadorias por idade.<sup>4</sup> Conclusão semelhante é exposta em Caetano (2006), por meio do cálculo da taxa interna de retorno (TIR) atuarial de diversos benefícios previdenciários oferecidos pelo RGPS. A sensibilidade dos resultados às alterações normativas mostra a necessidade da atualização dessa modalidade de estudo em face das reformas previdenciárias realizadas e justifica, portanto, o desenvolvimento do presente artigo.

Em relação à literatura sobre a previdência complementar, os trabalhos de Rodrigues (2008) e Pinheiro (2007) figuram entre os mais completos disponíveis em língua portuguesa. Winklevoss (1993) e Bowers (1997) fornecem uma boa introdução teórica aos conceitos da matemática atuarial. Sherris (1992), Sharpe (2002) e Boulier e Dupré (2003) apresentam uma excelente reflexão sobre a construção de carteiras de ativos, nas perspectivas dos fundos de pensão.

A estratégia de modelagem estudada está baseada principalmente no trabalho de Blake, Cairns e Dowd (2001), o qual foi essencial para o desenvolvimento do relacionamento entre as variáveis e das métricas finais para estudo. Nesse trabalho, é proposto o uso da *simulação estocástica* para comparar os benefícios previdenciários dos planos de contribuição definida – que possui os benefícios dados em função do montante acumulado dos ativos, como ocorre na FUNPRESP –, em relação aos oferecidos por planos do tipo benefício definido – no qual o valor final do benefício independe das contribuições vertidas ao plano e é similar ao esquema antigo de aposentadorias dos servidores públicos. As principais conclusões dos autores

---

4. Cabe ressaltar que as conclusões são muito influenciadas pela tábua de mortalidade utilizada e pela consideração ou não da possibilidade de existência de pensão.

são que planos do tipo contribuição definida podem ser extremamente arriscados em relação aos do tipo benefício definido, e que o nível dos benefícios é muito sensível à estratégia de alocação dos ativos. Em especial, os autores afirmam que, para um mesmo nível de benefícios, estratégias conservadoras baseadas na alocação de títulos de renda fixa requerem taxas de contribuição substancialmente maiores do que aquelas baseadas em uma alocação maior em renda variável. Conclusões similares podem ser encontradas nos trabalhos de Bertocchi, Schwartz e Ziemba (2010) e Zenios e Ziemba (2007b).

A inovação deste artigo em relação aos trabalhos anteriores está associada a três características. Em primeiro lugar, trata-se de um estudo sobre a FUNPRESP, naturalmente diferenciado em relação à literatura sobre previdência pública existente no Brasil, uma vez que tal fundo acaba de ser criado. Isso torna a utilidade do trabalho bastante ampla do ponto de vista normativo.<sup>5</sup> Em segundo lugar, o trabalho utiliza o método estocástico para avaliação dos planos previdenciários, metodologia ainda pouco explorada no país. Por fim, o estudo propõe o uso de métricas objetivas para mensurar o nível previsto dos benefícios e os riscos existentes nos planos de contribuição definida, permitindo, deste modo, que os participantes e os gestores do plano construam melhores diretivas sobre as variáveis que afetarão significativamente as aposentadorias sob o novo sistema previdenciário.

### 3 A MOTIVAÇÃO DO FUNDO: FATOS ESTILIZADOS

Depois da mudança das regras de aposentadoria aprovadas no governo Fernando Henrique Cardoso (FHC), que estabeleceram o chamado “fator previdenciário”, as condições de aposentadoria, comparativamente, tornaram-se mais favoráveis no serviço público, onde não vigora o mencionado fator, do que no privado, associado ao INSS. Foi nesse contexto que o governo Lula, em 2003, aprovou uma reforma previdenciária, válida basicamente para os servidores públicos, por meio da EC nº 41.<sup>6</sup>

Esta reforma foi um primeiro passo no sentido de estabelecer certa equanimidade entre as regras de aposentadoria dos setores público e privado. Historicamente, de um modo geral, o serviço público apresentava-se em condições muito mais vantajosas para a obtenção de uma boa aposentadoria.<sup>7</sup> Zambitte (2011) refere-se às raízes históricas desse processo com as seguintes palavras:

---

5. Sua serventia é não apenas para os servidores da União interessados em avaliar sua decisão sobre a adesão à FUNPRESP, mas também para os diversos estados e municípios interessados em seguir os passos do governo federal.

6. Sobre os efeitos fiscais da reforma previdenciária de 2003, ver Souza *et al.* (2006).

7. Cabe notar que a existência de regras de aposentadoria para servidores públicos, com normas mais favoráveis, não é algo exclusivo do Brasil. O mesmo acontece, inclusive, em países desenvolvidos, como os Estados Unidos e o Canadá. No entanto, estudos como o de Palacios e Whitehouse (2006) argumentam que, em termos proporcionais, o impacto no orçamento com os benefícios previdenciários dos servidores públicos nos países em desenvolvimento é mais elevado do que nos países desenvolvidos, onde a base fiscal é maior.

Servidores públicos, de modo geral, sempre possuíram regimes diferenciados, o que, reconhecidamente, implica forte obstáculo a modelos unificados de previdência social (...). O motivo para esta segregação é de ordem histórica: a aposentadoria do servidor, desde suas origens, era concedida a título de prêmio, para aqueles funcionários que cumprissem diligentemente suas tarefas durante determinado período, em lealdade à figura do Rei. Tal concepção é mundialmente adotada, existindo, em Portugal e no Brasil, desde as Ordenações Afonsinas, a figura do *Aposentador-Mor*, que concedia tal benefício a funcionários públicos. Já a previdência dos trabalhadores em geral, desde sua origem, no sistema alemão, demandava contribuição dos beneficiários, característica que perdura até hoje, especialmente nos modelos bismarckianos (...). A divisão dos regimes básicos não se justifica, cabendo a unificação. A segregação de regimes entre trabalhadores em geral e servidores públicos passa por severa crítica da sociedade, pois, do ponto de vista protetivo, não se sustenta. As necessidades sociais são as mesmas, e a rede de proteção deveria ser igual (Zambitte, 2011, p. 199).

A reforma da EC nº 41/2003 implicou, essencialmente, as mudanças a seguir.

- 1) Exigência de requisitos relativamente rígidos para a obtenção de aposentadoria integral, com elegibilidade associada ao número de anos no cargo e a um número elevado de anos de serviço público efetivo, para os servidores que ingressaram antes da promulgação da referida emenda.
- 2) Transformação das futuras pensões em uma proporção inferior a 100% do benefício original, caso ultrapassem o teto do INSS.
- 3) Taxação da remuneração dos inativos em 11% da parcela remuneratória excedente ao teto do INSS.
- 4) Alteração da fórmula de cálculo do benefício do último salário para a média dos salários de contribuição de julho de 1994 até a data da aposentadoria, para os servidores que ingressaram após a promulgação da EC.
- 5) Alteração da regra de indexação para inflação de preços, para os servidores que ingressaram após a emenda – enquanto anteriormente se garantia a paridade, isto é, o reajuste dos benefícios previdenciários na mesma data e na mesma proporção que o salário do servidor ativo.

Os fundamentos para a aprovação da FUNPRESP são de natureza fiscal e de equidade. Do ponto de vista das contas públicas, a tabela 1 mostra o peso do desequilíbrio entre a despesa com benefícios previdenciários e a receita de contribuições da mesma natureza, mesmo passados oito anos da reforma da EC nº 41.

Como se pode ver, no caso dos servidores, apesar da reforma, o desequilíbrio é maior que o do INSS. A isso se soma o fato de que, no caso do RGPS, esse desequilíbrio está associado, atualmente, ao pagamento de um número físico da ordem de 25 milhões de benefícios, enquanto no caso dos servidores a soma de benefícios inativos não chega a ser de 1 milhão (tabela 2). Isso indica que o problema não é somente

fiscal, mas também de equidade. A sociedade como um todo transfere um volume de recursos maior para uma quantidade menor de pessoas.<sup>8</sup>

TABELA 1  
**Resultado previdenciário (2011)**  
(Em % do PIB)

| Composição     | Produto Interno Bruto (PIB) |
|----------------|-----------------------------|
| INSS           | -0,85                       |
| Receita        | 5,94                        |
| Despesa        | 6,79                        |
| Servidores     | -1,22                       |
| Receita        | 0,55                        |
| Despesa        | 1,77                        |
| <b>Total</b>   | <b>-2,07</b>                |
| <b>Receita</b> | <b>6,49</b>                 |
| <b>Despesa</b> | <b>8,56</b>                 |

Fonte: Secretaria do Tesouro Nacional (STN).

Obs.: Receitas líquidas.

TABELA 2  
**Quantitativo de servidores da União por poder, segundo a situação de vínculo (dezembro de 2011)**

| Poder  | Ativos           | Inativos       | Institutos de pensão | Total            |
|--|------------------|----------------|----------------------|------------------|
| Executivo civil, sem Banco Central do Brasil (BCB) | 580.892          | 376.009        | 252.325              | 1.209.226        |
| BCB  | 4.604            | 4.258          | 357                  | 9.219            |
| Empresas públicas                                  | 25.398           | -              | -                    | 25.398           |
| Sociedades de economia mista                       | 15.682           | -              | -                    | 15.682           |
| Militares  | 348.587          | 140.945        | 146.934              | 636.466          |
| Ministério Público                                 | 9.167            | 1.495          | 640                  | 11.302           |
| Legislativo  | 25.088           | 6.888          | 2.540                | 34.516           |
| Judiciário   | 121.760          | 19.347         | 5.810                | 146.917          |
| <b>Total</b>                                       | <b>1.131.178</b> | <b>548.942</b> | <b>408.606</b>       | <b>2.088.726</b> |

Fonte: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG, 2012, tabela 2.2).

As queixas de diferentes segmentos da sociedade contra o regime de aposentadoria dos servidores se explicam também pelo que aconteceu depois das regras do Regime Jurídico Único (RJU), resultantes da Constituição Federal de 1988 (CF/1988) e da regulamentação do seu capítulo previdenciário, em 1991.

Não existem dados detalhados referentes a todas as rubricas específicas da tabela 2, que retroajam ao começo dos anos 1990, incluindo os dos institutos de

8. O perfil regressivo da previdência do servidor público é também demonstrado em estudos como Silveira (2008) e Rangel, Vaz e Ferreira (2009).

pensão. Porém, existem informações comparativas sobre o universo específico dos servidores civis (ativos e inativos). Estas informações constam da tabela 3.<sup>9</sup>

TABELA 3

**Evolução do quantitativo de servidores civis e aposentados do Poder Executivo**

| Ano  | Ativos  | Aposentados |
|------|---------|-------------|
| 1991 | 598.375 | 224.875     |
| 2011 | 571.405 | 376.026     |

Fonte: MPOG (2012, tabela 2.24).

Observe-se que, nos vinte anos, transcorridos entre 1991 e 2011, enquanto o universo dos servidores ativos diminuiu ligeiramente – com algumas oscilações ao longo do período –, no caso dos aposentados, houve um aumento relativo de aproximadamente dois terços do quantitativo. A isso deve ser somado o aumento do número de pensionistas, cujo efeito também foi importante ao longo dos últimos quinze a vinte anos.<sup>10</sup>

A esse conjunto de elementos se somam as já conhecidas diferenças entre o valor das aposentadorias no serviço público e o observado no caso do INSS (tabela 4). Enquanto no serviço público as aposentadorias, em média, vão de aproximadamente R\$ 6,5 mil, no caso dos servidores civis do Poder Executivo, até quase R\$ 23 mil, no Legislativo, no caso dos benefícios do INSS, o benefício médio concedido no final de 2011 por esse órgão alcançava R\$ 845,97. Embora a comparação envolva uma impropriedade evidente, uma vez que os servidores públicos contribuem sobre a totalidade do salário, ao passo que, no setor privado, a contribuição de 11% do empregado está restrita à parcela que vai até o teto do INSS, a diferença, ainda assim, é bastante significativa.

Foi com base nesses elementos acima, e no sentido de evitar o desequilíbrio de longo prazo da variável exposta na tabela 1, referente aos servidores da União, que o governo conseguiu aprovar no Congresso, em 2012, o novo regime de contribuição e benefícios para os salários do setor público que excedem o teto do INSS. O objetivo foi limitar ao teto do INSS os pagamentos individuais futuros, sendo a parcela restante da remuneração vinculada aos pagamentos do fundo de pensão dos servidores da União.

TABELA 4

**Comparação entre aposentadorias da União, por poder: despesa média**

(Em R\$)

| Poder                 | Média: janeiro de 2011-dezembro de 2011 |
|-----------------------|---|
| Executivo (civis)     | 6.561                                   |
| Executivo (militares) | 7.586                                   |
| Legislativo           | 22.964                                  |
| Judiciário            | 15.476                                  |

Fonte: MPOG (2012, tabela 6.10).

9. O dado referente ao Poder Executivo (civis, sem BCB), de 581 mil pessoas, da tabela 2, é ligeiramente superior ao da tabela 3, por incluir os servidores cedidos ao Sistema Único de Saúde (SUS) e também contratados temporários.

10. Tomando como referência o total geral da tabela 2, no primeiro ano para o qual há informações completas (1995), os dados do MPOG (2012) indicam que, entre 1995 e 2011, o total de pensionistas teve um aumento físico de 36% – significativamente maior que o de aposentados, que foi de 9%.

#### 4 DESCRIÇÃO CONCEITUAL DO MODELO ATUARIAL

Este artigo utilizou a metodologia da simulação estocástica, que, segundo Blake, Cairns e Dowd (2001), é uma técnica apropriada para o desenho e teste de planos previdenciários. Os autores também recomendam o uso da metodologia de simulação para comparar os benefícios entre dois planos diferentes.

A simulação estocástica é uma técnica bastante flexível, que comporta, de maneira relativamente simples, a modelagem de funções matemáticas, com propriedades pouco desejáveis.<sup>11</sup> A principal vantagem em se optar por esta técnica é que ela permite inferir não só os valores mais prováveis das variáveis de interesse, mas toda a sua distribuição estatística. Este fato é particularmente importante nos planos de contribuição definida, pois possibilita aos participantes uma melhor quantificação dos riscos aos quais estão sujeitos.

Para fins de comparabilidade, foi realizada a modelagem dos benefícios previdenciários, segundo as regras que vigoravam antes e depois da aprovação da FUNPRESP.<sup>12</sup> Além disso, para avaliar a assunção de diferentes parâmetros iniciais, as estatísticas foram computadas com base em seis cenários: um cenário básico e outros cinco cenários variantes deste.<sup>13</sup> A descrição geral dos passos realizados na modelagem de um determinado cenário está apresentada a seguir.

- 1) Para cada um dos planos previdenciários, fixam-se os parâmetros que determinam taxas contributivas, valores dos benefícios, taxas de rentabilidades e riscos dos ativos, estratégia de investimento dos ativos, crescimento dos salários, estatísticas de mortalidade etc.
- 2) Para o perfil do participante estudado, simulam-se, conforme os parâmetros biométricos e financeiros estabelecidos, sua idade de morte ou idade de entrada em invalidez e morte após a entrada em invalidez; morte do cônjuge; e as rentabilidades dos ativos, em cada um dos anos da projeção.
- 3) Computam-se os proventos de cada ano, líquidos de contribuições e impostos, os valores presentes depositados para os fundos de risco e invalidez e outras estatísticas de interesse, para cada tipo de benefício (aposentadoria programada, pensão e invalidez), em cada um dos planos previdenciários (conforme regra previdenciária anterior e posterior à implementação da FUNPRESP).
- 4) Retorna-se ao passo 2 para uma nova simulação.

11. A existência de descontinuidades nas funções é um exemplo de propriedade matemática que dificulta a busca de uma fórmula analítica direta para o cálculo da esperança matemática de uma variável aleatória.

12. Quer dizer, as regras previdenciárias que eram vigentes para os servidores federais que ingressaram no serviço público entre os anos de 2003 e 2011.

13. Os parâmetros e cenários estudados serão discutidos na próxima seção. O cenário básico encontra-se nos quadros 1 e 2, enquanto os cenários alternativos estão apresentados no quadro 3.

- 5) Redistribui-se a soma dos valores presentes dos fundos de risco e invalidez entre os participantes, de modo a tornar o mais homogêneo possível, ao longo do tempo, os proventos líquidos de cada um dos beneficiários (aposentadoria programada, pensão e invalidez).
- 6) Verifica-se, para cada uma das simulações, a razão entre os benefícios médios recebidos pelas regras anteriores e posteriores à entrada em vigor da FUNPRESP.
- 7) Analisa-se a distribuição empírica – média e percentis – das razões entre os benefícios obtidos no passo anterior.

Desta forma, pretende-se, com a modelagem descrita, prever, por exemplo, para um determinado perfil de servidor, qual seria o valor médio de seu benefício, caso tivessem sido mantidas as condições vigentes na regra previdenciária anterior à promulgação da FUNPRESP, e qual será o valor provável de sua aposentadoria pelo novo modelo previdenciário.

Dividindo-se o valor médio do benefício calculado pela nova regra pelo valor médio do benefício calculado pela regra anterior, é possível inferir um índice para mensurar a razão de ganho ou perda do servidor com a entrada do novo regime. Assim, se o índice para um determinado benefício for maior do que um, haverá ganho de renda; se for menor do que um, haverá perda.

Como o benefício no novo regime previdenciário será dado em função de variáveis aleatórias, como a rentabilidade dos ativos e a quantidade de anos vividos após a aposentadoria, entende-se necessário apresentar, além do valor esperado desse benefício, uma mensuração de sua dispersão. Desse modo, o participante terá informações para melhor compreender os riscos inerentes a um plano de contribuição definida.

## 5 PREMISSAS E CENÁRIOS

A dinâmica de uma projeção atuarial é construída com assunção de algumas premissas que irão determinar a maneira pela qual os ativos previdenciários serão formados e consumidos ao longo do tempo.<sup>14</sup> As principais premissas utilizadas neste trabalho dizem respeito a estes pontos:

- taxas de mortalidade de válidos, entrada em invalidez e morte após a invalidez;
- taxas de rentabilidade e risco das aplicações financeiras;
- proporção de alocação entre os ativos disponíveis para aplicação;

---

14. Os cenários e hipóteses adotados refletem as informações disponíveis em junho de 2012, época de elaboração deste trabalho.

- evolução salarial do participante;
- evolução do teto do INSS;
- alíquotas de contribuição para formação da poupança, constituição dos fundos específicos e custeio administrativo do plano;
- forma de resgate dos ativos acumulados;
- impostos incidentes sobre a renda;
- idade presumida de aposentadoria; e
- diferença de idades entre os cônjuges.

A escolha das premissas do modelo reflete um misto entre o exame das séries históricas das variáveis, análise de tendências macroeconômicas, práticas adotadas pelo mercado, bem como alguma dose de subjetividade. No que tange às premissas regulatórias, cabe frisar que este trabalho não pretendeu abranger todas as minúcias das normas previdenciárias, mas somente uma simplificação geral de suas regras.

Nesta seção, serão apresentados os cenários estudados e as hipóteses assumidas no trabalho. Um foco maior será dado às variáveis que apresentam maior influência nos resultados, com o propósito de explicitar os fatores motivadores da escolha de um valor representativo para a premissa.

Começando pelas premissas concernentes aos benefícios e contribuições feitas pelos participantes, o quadro 1 apresenta os parâmetros assumidos para a modelagem dos dois planos previdenciários estudados no artigo.

QUADRO 1

**Resumo das premissas sobre contribuições, benefícios e impostos**

|                                     |   | Regra anterior<br>(período entre 2003 e 2011) | Regra FUNPRESP  |
|-------------------------------------|---|---|---|
| Contribuições do participante       |   |   |   |
| Ativos                              | 11% da renda  |   | Renda > teto do INSS: alíquota de 8,5% (6,26% + 0,375% de custeio + 0,21% fundo de sobrevivência + 0,855% fundo de risco + 0,8% fundo de aposentadorias especiais). Renda < teto do INSS: alíquota de 11%                                 |
| Aposentadoria programada            | 11% da renda > teto do INSS   |   | Não há  |
| Invalidez                           | 11% da renda menos teto do INSS*2   |   | Não há  |
| Pensões                             | 11% da renda > teto do INSS   |   | Não há  |
| Benefícios do participante          |   |   |   |
| Aposentadoria programada            | Média dos 80% maiores salários, limitados ao último salário                           |   | Teto do INSS + valor do saldo em conta individual diferido pela expectativa remanescente de vida do assistido + pagamento pelo fundo de sobrevivência <sup>1</sup>  |
| Invalidez                           | Média dos 80% maiores salários, limitados ao último salário                           |   | Teto do INSS + valor do saldo em conta individual diferido pela expectativa remanescente de vida do assistido + pagamento pelo fundo de risco <sup>1</sup>  |
| Pensões                             | Mínimo entre o último salário e o teto do INSS + (último salário – teto do INSS)* 0,7 |   | Teto do INSS + valor do saldo em conta individual diferido pela expectativa remanescente de vida do assistido + pagamento pelo fundo de risco <sup>1</sup>  |
| Herança                             | Não há  |   | Valor do saldo em conta individual <sup>1</sup>   |
| Fundo de sobrevivência              | Não há  |   | Acréscimo do fundo de sobrevivência: redistribuição otimizada do valor presente médio das contribuições para o fundo de sobrevivência*(1 – a alíquota marginal do IR de 10%) <sup>1</sup>   |
| Fundo de risco (pensão e invalidez) | Não há  |   | Acréscimo do fundo de risco: redistribuição otimizada do valor presente médio das contribuições para o fundo de risco*(caso pensão, 1 – a alíquota marginal do IR de 10%) <sup>1</sup>  |
| Fundo de aposentadorias especiais   | Não há  |   | Aporte extraordinário, no saldo em conta individual dos participantes elegíveis ao benefício, de um sexto do valor preexistente no saldo em conta individual desses participantes, quando completarem trinta anos de serviço <sup>2</sup> |

(Continua)

(Continuação)

|                          | Regra anterior<br>(período entre 2003 e 2011)   | Regra FUNPRESP  |
|--------------------------|---|---|
|                          | Imposto de renda participante   |   |
| Ativos                   | Tabela progressiva do Imposto de Renda (IR). Base: renda bruta – contribuições <sup>3</sup>   | Tabela progressiva do IR. Base: renda bruta – contribuições   |
| Aposentadoria programada | Tabela progressiva IR. Base: renda bruta – contribuições – R\$ 1.566,62 (se > 65 anos) <sup>4</sup>                                   | Tabela regressiva: 10% da renda complementar – R\$ 1.566,62 (se > 65 anos) <sup>4</sup><br>Tabela progressiva do IR. Base: renda até teto do INSS   |
| Invalidez                | Não há  | Não há  |
| Pensões                  | Tabela progressiva do IR. Base: renda bruta – contribuições – R\$ 1.566,62 (se > 65 anos) <sup>4</sup>                                | Tabela regressiva: 10% da renda complementar – R\$ 1.566,62 (se > 65 anos) <sup>4</sup><br>Tabela progressiva do IR. Base: renda até teto do INSS   |
|                          | União   |   |
| Contribuições da União   | Dobro das contribuições dos participantes ativos + eventuais insuficiências de caixa para pagamento de todos os benefícios prometidos | Renda < teto do INSS: dobro das contribuições dos participantes ativos + eventuais insuficiências de caixa para pagamento dos benefícios até teto do INSS<br>Renda > teto do INSS: igual às contribuições dos participantes, limitadas até a alíquota de 8,5% |

Elaboração dos autores.

Notas: <sup>1</sup> A maneira pela qual são utilizados os fundos de aposentadoria programada, risco e sobrevivência reflete uma presunção dos autores e pode diferir substancialmente da maneira como tais fundos serão de fato utilizados, pois ainda não foram divulgadas as formulações para o cômputo de tais parcelas.

<sup>2</sup> O valor pode ser superior a um sexto, a depender do tipo de aposentadoria. Neste trabalho foi considerado apenas o caso no qual o tempo necessário para aposentadoria é de trinta anos.

<sup>3</sup> As alíquotas e faixas do IR são as correspondentes à tabela progressiva abril-dezembro (ano-calendário de 2011).

<sup>4</sup> A legislação oferece um desconto na base do IR de R\$ 1.566,62 para os indivíduos maiores que 65 anos.

Como se pode perceber por esse quadro, as principais mudanças nas regras da aposentadoria para os funcionários públicos federais são estas, mostradas a seguir.

- 1) Em relação à contribuição: a alíquota de 11%, que, pela regra anterior, incide sobre toda a renda do participante ativo, passa a incidir somente até a parcela da renda inferior ao teto do INSS. Adicionalmente, foi permitido, aos participantes, contribuir com um percentual livre de sua renda para a FUNPRESP, com uma contrapartida de igual valor pela União limitada ao valor de 8,5% da renda que exceder ao teto do INSS. Para o cenário básico, foi assumida a hipótese de que os participantes optarão por contribuir para o fundo pela alíquota máxima permitida, em que ainda há contribuição paritária do governo, ou seja, presume-se que os participantes contribuirão com a alíquota de 8,5% da renda excedente ao teto do INSS.<sup>15</sup>

15. Também se apresentará simulação considerando contribuição do servidor em 11%, com o intuito de comparar a uma perspectiva de nível das contribuições mais próxima à situação vigente antes da instituição da FUNPRESP.

- 2) Em relação aos benefícios: a aposentadoria, que, antes, era baseada na média dos 80% maiores salários do participante, passa a ser composta por um valor limitado ao teto do INSS, acrescido dos resgates efetuados, pelo participante, de sua poupança constituída durante seu período laboral. Além disso, dependendo da situação em que o participante se enquadrar, ele poderá receber valores adicionais dos fundos específicos (fundo de sobrevivência, fundo de risco e fundo de aposentadorias especiais), constituídos a partir de uma fração de sua alíquota contributiva.<sup>16</sup>
- 3) Em relação ao IR sobre os benefícios: a principal diferença está na mudança do regime progressivo do IR, para a possibilidade de uso do regime regressivo. Como o regime regressivo oferece um elevado benefício tributário aos participantes do regime de previdência complementar, optou-se, neste trabalho, por adotar a renda líquida de impostos e contribuições como base para comparação entre os benefícios previdenciários oferecidos antes e depois da promulgação da FUNPRESP.<sup>17</sup>

Para as demais premissas, adotou-se um cenário básico composto dos parâmetros exibidos no quadro 2. Como se pode observar, o cenário básico compreende a situação de um indivíduo do gênero masculino, casado com uma mulher três anos mais jovem, que aderiu ao plano aos 25 anos e possui aposentadoria prevista aos 60 anos. O salário adotado de início de carreira foi de R\$ 8 mil, com um crescimento real anual constante de 2%. O indivíduo estará sujeito às forças das tábuas de mortalidade de válidos, entrada em invalidez e mortalidade de inválidos. Tais tábuas foram escolhidas por refletir aquelas atualmente utilizadas nos planos de previdência complementar. Para remuneração dos ativos acumulados pelo participante, adotou-se uma taxa real anual de 5%, equivalente a uma aplicação de 70% da carteira em um ativo livre de risco, com rentabilidade de 4% ao ano (a.a.), e 30% em um ativo de renda variável, com um retorno médio de 7,3% a.a. e desvio-padrão de 25% a.a. A fórmula de resgate dos ativos na fase de percepção dos benefícios foi escolhida de modo a preservar a reserva de poupança do indivíduo durante sua expectativa remanescente de vida.

16. A metodologia de utilização dos fundos de sobrevivência, fundo de risco e fundo de aposentadorias especiais será explicitada na seção 6.

17. Sobre os incentivos da tributação no regime regressivo, Carvalho e Murgel (2007, p. 174) afirmam que:

Apesar de se tratar de tributação exclusiva e definitiva na fonte, sobre os rendimentos recebidos e resgates feitos por optante da tabela regressiva, são aplicadas todas as regras de isenção, não incidência e exclusão da base de cálculo previstas na legislação de imposto de renda da pessoa física, como deixa claro o Artigo 19 da Instrução Normativa SRF 588/2005. (...) Percebe-se claramente que a União Federal, ao instituir um regime de apuração de imposto de renda de pessoa física que pode resultar na tributação de apenas 10% dos rendimentos, mesmo que o rendimento recebido pela pessoa seja muito grande, pretendeu incentivar a poupança de longo prazo.

Além disso, cabe observar que, em linhas gerais, a possibilidade de dedução do regime regressivo, durante a fase de acumulação, não difere da existente no RPPS. O regime regressivo permite deduzir da base de cálculo do IR as contribuições feitas pelo participante, até o limite de 12% dos rendimentos tributáveis.

QUADRO 2

**Outras premissas utilizadas na modelagem do plano previdenciário**

| Premissa  | Cenário básico  |
|---|---|
| Alíquota de contribuição da FUNPRESP                    | 8,5% para os participantes e 8,5% para o patrocinador   |
| Utilização da alíquota do participante e patrocinador   | 6,26% para custear a aposentadoria programada, 0,375% para custeio administrativo, 0,21% para custear o fundo de sobrevivência, 0,855% para o uso do fundo de risco e 0,8% para custear as aposentadorias especiais |
| Tábua de mortalidade de válidos <sup>1</sup>            | AT-2000, segregada por gênero   |
| Tábua de mortalidade de inválidos <sup>1</sup>          | AT-49 agravada em 100%  |
| Tábua de entrada em invalidez <sup>1</sup>              | Álvaro Vindas (limitada até a idade de aposentadoria)   |
| Crescimento salarial na carreira                        | Crescimento real de 2% a.a.   |
| Teto do INSS  | R\$ 3.916,20  |
| Salário inicial do participante                         | R\$ 8 mil   |
| Gênero do participante                                  | Masculino   |
| Idade prevista de aposentadoria                         | 60 anos   |
| Idade do cônjuge  | Mulher, três anos mais jovem  |
| Idade de entrada do participante no mercado de trabalho | 25 anos   |
| Fórmula de cálculo dos benefícios                       | Benefícios em função da expectativa remanescente de vida  |
| Taxa livre de risco                                     | Retorno real de 4,0% a.a.   |
| Portfólio de mercado <sup>1</sup>                       | Retorno real de 7,3% a.a. e desvio-padrão de 25,0% a.a.   |
| Alocação da carteira de ativos                          | 70% da carteira no ativo livre de risco e 30% no portfólio de mercado   |

Elaboração dos autores.

Nota: <sup>1</sup> A técnica de Simulação de Monte Carlo foi utilizada para simular as variáveis aleatórias concernentes às tábuas de mortalidade e invalidez e a simulação das rentabilidades do portfólio de mercado.

Cabe aqui uma breve análise das principais premissas apresentadas no quadro 2, quais sejam: alíquotas de contribuição, taxa de crescimento dos salários e taxa de rentabilidade dos ativos.

A alíquota de 8,5% do participante (e, por paridade, também a do patrocinador) está dividida em cinco componentes. A primeira parcela, de 6,26%, está destinada à formação dos ativos no saldo em conta individual, ou seja, da poupança que irá custear a aposentadoria programada do participante. A segunda parcela, de 0,375%, é destinada ao custeio administrativo do plano e, por conseguinte, não faz parte da formação dos benefícios do participante. A terceira parcela, de 0,21%, é destinada ao custeio do fundo de sobrevivência, uma espécie de seguro contra uma “vida longa”, que será convertido em benefício, caso o participante alcance uma idade muito avançada. O quarto percentual, de 0,855%, constitui, também, uma espécie de seguro para ser utilizado nos casos de aposentadoria por

invalidez e pensão por morte. Finalmente, o quinto percentual, de 0,8%, é reservado para o custeio das aposentadorias especiais que se destinam, majoritariamente, à aposentadoria das mulheres, policiais e professores do ensino médio.

Por conta da pendente regulamentação no plano de benefícios, a escolha dos percentuais destinados ao fundo de sobrevivência, ao fundo de risco (complemento das pensões e aposentadoria por invalidez) e ao custeio administrativo foi baseada em informações vinculadas nos meios de comunicação (Jungblut, 2011). Adotou-se como premissa, para o uso dos fundos de sobrevivência e invalidez, a minimização da variância dos benefícios previdenciários, conforme detalhamento matemático exposto na seção 6. O percentual destinado ao custeio das aposentadorias especiais foi definido a partir de um estudo de alíquotas de equilíbrio financeiro, para a concessão do benefício. Tal metodologia também está apresentada na seção de metodologia matemática.

Outro importante parâmetro do modelo diz respeito à taxa de variação prevista da remuneração real dos participantes ao longo da vida ativa. O crescimento salarial de indivíduo é fruto de dois efeitos complementares: um, proveniente do ganho salarial em seu plano de carreira; e outro, decorrente dos aumentos reais concedidos pelo empregador para correção da própria curva salarial.<sup>18</sup> O primeiro efeito (tabela 5) capta os movimentos dentro da própria curva salarial de carreira, enquanto o segundo (tabela 6) corresponde ao deslocamento da própria curva.

Para se ter uma ideia de como se processa o primeiro efeito, que captura a mudança salarial do indivíduo ao longo do plano de carreira, numa estrutura de plano de cargos e salários, é útil observar os dados da tabela 5. Por esta tabela, é possível observar a variação salarial média anual necessária para que um indivíduo alcance, ao longo de 35 anos, o salário máximo de algumas carreiras públicas federais. A tabela mostra haver um incremento anual médio entre 1% e 2%.

Para mensurar o segundo efeito, que verifica o deslocamento da própria curva para os próximos 35 anos, a tabela 6 apresenta as taxas médias de crescimento do PIB *per capita* de várias regiões, partindo de 35 anos atrás. Por meio desta tabela, é possível inferir um valor de crescimento da renda da população, para os próximos 35 anos, como algo em torno de 1% a 3%.

Diante dos dados expostos, definiu-se que a taxa de ganho salarial de 2% na carreira seria algo representativo da soma dos ganhos de progressão de carreira e dos aumentos anuais por categoria. Não obstante, também é apresentado, na seção de resultados, o valor dos benefícios com diversas outras taxas de crescimento.

---

18. Por exemplo, se o salário inicial de uma carreira for de R\$ 10 mil e o salário final de R\$ 20 mil, supondo que um indivíduo fique 30 anos nessa carreira, isso corresponderá a uma variação média anual de 2,34%. Porém, se, adicionalmente, nesses trinta anos, os salários tiverem um aumento anual, em média, de 2%, refletido no deslocamento da curva do plano de cargos e salários, trinta anos depois o salário inicial terá passado, a preços constantes, para R\$ 18.114, e o salário final, para R\$ 36.227. Nesse caso, o salário do indivíduo que começou ganhando R\$ 10 mil, deixando de lado a inflação, terá tido um incremento de 4,38% a.a.

TABELA 5

**Varição salarial entre salário inferior e superior de diferentes carreiras da administração pública federal, para a categoria de maior hierarquia de cada órgão**  
(Em %)

| Carreira   | Diferença entre<br>salário superior<br>e inferior da<br>carreira | Aumento<br>médio anual <sup>1</sup> |
|--|--|-------------------------------------|
| Agência Brasileira de Inteligência (Abin)  | 42   |                                     |
| Advocacia-Geral da União (AGU)   | 30   |                                     |
| Agência Nacional de Águas (ANA)  | 74   |                                     |
| Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC)   | 74   |                                     |
| Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel)                                    | 74   |                                     |
| Agência Nacional do Cinema (Ancine)  | 74   |                                     |
| Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel)                                     | 74   |                                     |
| Agência Nacional do Petróleo (ANP)   | 74   |                                     |
| Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANSS)                                     | 74   |                                     |
| Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ)                              | 74   |                                     |
| Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT)                                | 74   | 1,6                                 |
| Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa)                                | 74   | 1,6                                 |
| BCB  | 43   | 1,0                                 |
| C&T<br>(pesquisador)   | 83   | 1,7                                 |
| Comissão de Valores Mobiliários (CVM)  | 43   | 1,0                                 |
| Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes                           | 67   | 1,5                                 |
| Docente (doutor)   | 56   | 1,3                                 |
| Instituto Brasileiro de Turismo (Embratur)                                       | 77   | 1,6                                 |
| Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)  | 68   | 1,5                                 |
| Fundação Nacional do Índio (Funai)   | 66   | 1,5                                 |
| Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) | 98   | 2,0                                 |
| Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)                           | 70   | 1,5                                 |
| Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra)                      | 64   | 1,4                                 |
| Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP)    | 104  | 2,1                                 |
| INSS   | 60   | 1,4                                 |
| Ipea   | 43   | 1,0                                 |
| Polícia Federal  | 47   | 1,1                                 |
| Polícia Rodoviária   | 82   | 1,7                                 |
| Superintendência Nacional de Previdência Complementar (PREVIC)                   | 59   | 1,3                                 |
| Receita Federal  | 43   | 1,0                                 |
| Superintendência da Zona Franca de Manaus (Suframa)                              | 87   | 1,8                                 |
| Superintendência de Seguros Privados (SUSEP)                                     | 43   | 1,0                                 |
| Média aritmética simples   | <b>66</b>  | <b>1,4</b>                          |

Fonte: MPOG (2012, tabela 3.4).

Nota: <sup>1</sup>Supondo a evolução salarial de um empregado que alcance o topo de carreira em 35 anos de serviço.

TABELA 6

**Varição real média anual do PIB *per capita* ao redor do mundo (1973-2008)**

| Local            | PIB <i>per capita</i> (% a.a.) |
|------------------|--------------------------------|
| Europa Ocidental | 1,85                           |
| Austrália        | 1,95                           |
| Estados Unidos   | 1,80                           |
| Argentina        | 0,93                           |
| Brasil           | 1,45                           |
| Chile            | 2,79                           |
| América Latina   | 1,25                           |
| China            | 6,13                           |
| Ásia             | 3,45                           |
| África           | 0,72                           |
| Mundo            | 1,80                           |

Fonte: Maddison (2011).

Outra premissa de destaque para uma projeção atuarial é a taxa de rentabilidade projetada para a carteira de ativos. A tabela 7 permite contextualizar esta discussão à luz da remuneração de alguns dos principais grupos de ativos financeiros desde o final de 1994, ano da estabilização do Plano Real.

TABELA 7

**Taxas de variação real médias**

(Em % a.a.)

| Período   | Taxa do Sistema Especial de Liquidação e de Custódia (SELIC) | Índice Bovespa (Ibovespa) |
|-----------|--|---------------------------|
| 1994-2004 | 14,7   | 9,8                       |
| 1995-2005 | 13,5   | 14,3                      |
| 1996-2006 | 13,0   | 12,7                      |
| 1997-2007 | 11,9   | 12,7                      |
| 1998-2008 | 9,9  | 10,8                      |
| 1999-2009 | 8,9  | 7,8                       |
| 2000-2010 | 8,2  | 9,1                       |
| 2001-2011 | 7,8  | 8,3                       |

Elaboração dos autores.

Obs.: Deflator: Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA).

Conforme é possível observar nessa tabela, as taxas de juros médias (SELIC) de períodos de dez anos estão caindo desde o primeiro período considerado (1994-2004), passando de uma média de 15%, nos primeiros dez anos, para 8%, no último período de dez anos, e para os 5% registrados em 2012. Ao mesmo tempo, a valorização da bolsa, que chegou a ser de 14 % a.a., nos dez anos até 2005, cedeu para algo em torno de 8% a.a., na média de 2001-2011.

Além disso, qualquer projeção de rentabilidade deve levar em consideração não somente uma conjuntura econômica dos últimos anos, mas uma preocupação de representar uma rentabilidade média dos ativos no horizonte de décadas. Para tanto, a tabela 8 fornece uma ideia razoável das rentabilidades de longo prazo dos ativos de alto risco e baixo risco, ao apresentar as rentabilidades coletadas em diversos países no último século.

TABELA 8

**Rentabilidades reais das ações e títulos em diversos países (1900-2000) e no Brasil (1995-2011)**

|                                 | Retorno das ações | Retorno dos títulos | Diferença de ações menos títulos (prêmio de risco) | Risco das ações |
|---------------------------------|-------------------|---------------------|--|-----------------|
| Austrália                       | 7,5               | 1,1                 | 6,3  | 17,7            |
| Bélgica                         | 2,5               | -0,4                | 2,9  | 22,8            |
| Canadá                          | 6,4               | 1,8                 | 4,5  | 16,8            |
| Dinamarca                       | 4,6               | 2,5                 | 2,0  | 20,1            |
| França                          | 3,8               | -1,0                | 4,8  | 23,1            |
| Alemanha <sup>1</sup>           | 3,6               | -2,2                | 5,9  | 32,3            |
| Irlanda                         | 4,8               | 1,5                 | 3,3  | 22,2            |
| Itália                          | 2,7               | -2,2                | 5,0  | 29,4            |
| Japão                           | 4,5               | -1,6                | 6,2  | 30,3            |
| Holanda                         | 5,8               | 1,1                 | 4,6  | 21              |
| África do Sul                   | 6,8               | 1,4                 | 5,3  | 22,8            |
| Espanha                         | 3,6               | 1,2                 | 2,4  | 22              |
| Suécia                          | 7,6               | 2,4                 | 5,1  | 22,8            |
| Suíça <sup>2</sup>              | 5                 | 2,8                 | 2,1  | 20,4            |
| Reino Unido                     | 5,8               | 1,3                 | 4,4  | 20              |
| Estados Unidos                  | 6,7               | 1,6                 | 5,0  | 20,2            |
| <b>Média dos 16 países</b>      | <b>5,11</b>       | <b>0,7</b>          | <b>4,4</b>   | <b>22,7</b>     |
| <b>Brasil<sup>3</sup></b>       | <b>8,3</b>        | <b>11,6</b>         | <b>(2,9)</b>                                       | <b>38,6</b>     |
| <b>Cenário básico do artigo</b> | <b>7,3</b>        | <b>4,0</b>          | <b>3,2</b>   | <b>25,0</b>     |

Fonte: Dimson, Marsh e Staunton (2002).

Notas: <sup>1</sup> Foram excluídos os anos 1922 e 1923 nas estatísticas dos títulos alemães.

<sup>2</sup> A série das ações suíças começa em 1911.

<sup>3</sup> Ibovespa e taxa SELIC (1995-2011).

Em resumo, optou-se, para a projeção das rentabilidades para os ativos por um período de pelo menos sete décadas, pela utilização de uma taxa livre de risco de longo prazo de 4%, em moldes análogos ao que se observa em exercícios similares nas economias maduras. Para a rentabilidade do ativo de risco, escolheu-se a adoção da taxa de 7,3% a.a., uma taxa com rentabilidade 1% inferior à registrada no mercado brasileiro durante o período de 1995 a 2011.

Para computar a rentabilidade total da carteira de ativos, adotou-se, no artigo, a possibilidade de investimento de uma determinada fração da carteira, no ativo livre de risco, e a outra fração, em ativos de risco (ativos de renda variável). Conforme mencionado, presumiu-se, para o cenário básico, a proporção da carteira de 70% para ser investida em ativos de renda fixa, e os 30% remanescentes para aplicações em ativos de renda variável. Assim, utilizando as rentabilidades e as proporções dessas classes de ativos, formou-se uma carteira com rentabilidade real esperada em 5% a.a. Cabe mencionar que a proporção utilizada é comum aos gestores de carteiras de fundos de pensão no Brasil, conforme pode ser observado na tabela 9.

TABELA 9

### Composição dos ativos de investimento das Entidades Fechadas de Previdência Complementar (EFPCs)<sup>1</sup>

| Grupo de ativos de investimento | Proporção na carteira de ativos (%) |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| Renda fixa                      | 66,3                                |
| Renda variável                  | 28,0                                |
| Investimentos imobiliários      | 3,1                                 |
| Operações com participantes     | 2,6                                 |
| Outros realizáveis              | 0,1                                 |
| <b>Total</b>                    | <b>100</b>                          |

Fonte: MPAS (2008).

Nota: <sup>1</sup>Os dados estão defasados, pois os informes mais recentes da PREVIC – ex-Secretaria de Previdência Complementar (SPC) – não disponibilizam esta informação.

O artigo também procurou abarcar outros parâmetros iniciais para a simulação. Para tanto, foram estudados cinco cenários alternativos, definidos com os mesmos parâmetros do cenário básico, exceto por uma característica, conforme apresentado no quadro 3.

QUADRO 3

### Premissas alternativas para a modelagem do plano previdenciário

| Índice | Premissa                                 | Cenários alternativos   |
|--------|--|---|
| CA1    | Gênero e idade de aposentadoria          | Mulher com aposentadoria aos 55 anos  |
| CA2    | Salário inicial do participante          | R\$ 13 mil  |
| CA3    | Alíquota de contribuição do participante | 11% da parcela do salário que exceder o teto de benefícios do INSS (a contribuição do patrocinador permanece em 8,5%) |
| CA4    | Idade de aposentadoria                   | Aposentadoria aos 65 anos   |
| CA5    | Alocação da carteira de ativos           | 50% da carteira no ativo livre de risco e 50% no portfólio de mercado   |

Elaboração dos autores.

As justificativas para a escolha dos cenários são mostradas a seguir.

- 1) Participante do sexo feminino que se aposenta após trinta anos de serviço (CA1): o regime de aposentadorias brasileiro tradicionalmente apresenta a característica de proteção social dos indivíduos do sexo feminino. No entanto, a mudança para o novo regime de capitalização, quando comparado ao regime anterior, é naturalmente desfavorável às mulheres, por causa do menor tempo previsto de contribuição e o maior tempo previsto para pagamento dos benefícios.<sup>19</sup> Para compensar este fato, o normativo que criou a FUNPRESP definiu um benefício extra para as mulheres (bem como para outros servidores sujeitos ao regime de aposentadoria especial), um aporte extraordinário de um sexto sobre o valor dos ativos acumulados.<sup>20</sup> Assim, o principal interesse de pesquisa neste cenário é verificar se a compensação proposta surtirá o efeito desejado.
- 2) Salário inicial de R\$ 13 mil (CA2): quanto maior for o salário do participante, maior será sua dependência dos proventos procedentes da previdência complementar. Desta forma, por meio deste cenário, será possível mensurar o incremento no risco provocado por esta dependência.
- 3) Alíquota de contribuição do participante de 11% (CA3): o objetivo deste cenário é comparar em uma mesma base de contribuição os proventos previdenciários auferidos antes e depois da mudança do regime previdenciário.
- 4) Postergação da aposentadoria para os 65 anos (CA4): o participante de um plano de contribuição definida possui um benefício implícito ao plano de aumentar o número de anos de serviços prestados. O ganho é triplo, pois ele aumentará o número de contribuições vertidas ao plano, expandirá o período de capitalização dos ativos e diminuirá o número de anos de usufruto dos benefícios. Deste modo, o objetivo deste cenário é investigar o incremento no valor médio dos benefícios previdenciários com a estratégia de postergação da aposentadoria por mais cinco anos.

---

19. Como as mulheres trabalham por menos tempo do que os homens, é esperada uma menor quantidade de contribuições previdenciárias, além de um tempo reduzido para a capitalização dos ativos, o que reduz o tamanho da poupança previdenciária formada pelas mulheres. Adicionalmente, o fato de as mulheres possuírem uma expectativa de vida maior do que a dos homens e de se aposentarem mais cedo, estende o período para o qual a poupança previdenciária será utilizada, o que reduz expressivamente o valor dos benefícios. Pode-se argumentar que o fato de as mulheres poderem se aposentar mais cedo é uma opção dada a esse grupo e que não necessariamente será exercida. Caso uma participante decida se aposentar com a mesma idade esperada de sobrevivência de um homem, ela poderá trabalhar além dos 35 anos de serviço, acarretando um valor de benefício maior que o do homem. Além disso, a modelagem que será efetivamente adotada no plano poderá divergir da utilizada neste trabalho, oferecendo, por exemplo, o resgate por renda certa ou conforme tábuas de mortalidade não segregadas por gênero, o que tornaria menos evidente a comparação dos valores de aposentadorias dos homens e das mulheres.

20. Na verdade, o valor dependerá do tipo de aposentadoria especial à qual o servidor tem direito. O fator de multiplicação dos ativos é de 35 sobre o número de anos exigidos para a aposentadoria, que, no caso das mulheres, é de 30 anos de serviço, o que perfaz o acréscimo de um sexto nos ativos. Para professoras do ensino fundamental ou médio, o número de anos exigidos é de 25 anos, o que faz com que o acréscimo nos ativos, nesse caso, seja de dois quintos, ou 40%.

- 5) Alocação da carteira de ativos (CA5): a clássica teoria de carteiras propõe que, quanto maior for a rentabilidade, maior será o seu risco. Neste contexto, o conceito de risco está relacionado ao desvio-padrão dos retornos, e o risco para um participante de um fundo de pensão está relacionado à sua chance de recebimento de um baixo benefício previdenciário. Desta forma, este cenário pretende investigar se um aumento do desvio-padrão da carteira de ativos pode atuar como um elemento redutor de riscos, sob a ótica dos participantes. É importante mencionar que a estratégia de macroalocação adotada neste trabalho não considera nenhum tipo de otimização de portfólio, nem permite o rebalanceamento intertemporal da carteira, como recomenda a boa prática de gestão de carteiras em planos previdenciários.<sup>21</sup> O que se pretende, então, é descobrir qual das duas estratégias de alocação estudadas traz mais benefícios, não a melhor dentre todas as possíveis.

Por fim, para ilustrar a influência da taxa de crescimento dos salários e da rentabilidade da carteira no valor esperado dos benefícios, foram apresentados outros cenários. Estes foram compostos pela combinação das taxas anuais de crescimento salarial (1%, 2% e 3%) e das taxas anuais de rentabilidade para a carteira (4%, 5% e 6%).

## 6 MODELAGEM MATEMÁTICA

Nesta seção, serão apresentados os cálculos relativos à evolução do valor dos ativos acumulados e à apuração do valor anual do benefício pago pela FUNPRESP, sem a utilização dos fundos de sobrevivência e risco, e também o método para a utilização dos fundos de sobrevivência e risco e o cálculo da alíquota de equilíbrio para concessão das aposentadorias especiais.

### 6.1 Evolução do valor dos ativos

Conforme Cairns (1994), o valor dos ativos acumulados destinados à formação de poupança individual ou constituição de fundos específicos pode ser determinado, em qualquer instante do tempo, por meio da seguinte equação:

$$A_t = A_{t-1}(1 + i_v) + C_t - B_t \quad (1)$$

em que

$A_t$  = valor dos ativos acumulados, do saldo do fundo individual ou dos fundos específicos, no ano  $t$ ;

21. As melhores práticas de gestão de carteiras em fundos de pensão pressupõem um domínio das técnicas de programação dinâmica e programação estocástica. Para mais detalhes, ver Zenios e Ziemba (2007a, 2007b).

$C_t$  = total das contribuições arrecadadas para formação de saldo do fundo individual ou dos fundos específicos, no ano  $t$ ;

$B_t$  = total dos benefícios concedidos no ano  $t$ ; e

$i_t$  = rentabilidade da carteira de ativos no ano  $t$ .

A rentabilidade da carteira de ativos,  $i_t$ , segue a equação de um movimento geométrico browniano, que é expressa da seguinte forma:

$$i_t = e[(\mu_p - \sigma_p^2 / 2)t + \sigma_p W_t]_{-1} \quad (2)$$

$$\mu_p = X_{RF}\mu_{RF} + X_{RV}\mu_{RV} \quad (3)$$

$$\sigma_p = X_{RV}\sigma_{RV} \quad (4)$$

em que

$X_{RF}$  = proporção investida no ativo livre de risco (cenário básico = 70%);

$X_{RV}$  = proporção investida em renda variável (cenário básico = 30%);

$\mu_{RF}$  = retorno do ativo livre de risco (cenário básico = 4,0% a.a.);

$\mu_{RV}$  = retorno médio de renda variável (cenário básico = 7,3% a.a.);

$\sigma_{RV}$  = desvio-padrão dos retornos em renda variável (cenário básico = 25,0% a.a.); e

$W_t$  = variável aleatória com distribuição normal padrão.

## 6.2 Valor do benefício da FUNPRESP sem fundo de sobrevivência e risco

A legislação que cria a FUNPRESP não especifica quais são as possibilidades para o resgate dos ativos acumulados, de maneira a compor os benefícios previdenciários do plano. Assim, para projetar os benefícios de uma maneira coerente, presumiu-se que o parcelamento do saldo em conta segue o sistema francês, com amortização em um número de anos igual à expectativa remanescente de vida.<sup>22</sup> A cada ano, o

22. Cabe ressaltar que também foi investigada previamente uma fórmula alternativa de resgate, baseada na fórmula da renda vitalícia do cálculo atuarial, mas, na perspectiva da volatilidade dos benefícios, o diferimento das retiradas pela expectativa de vida apresentou melhores resultados.

valor do benefício é recalculado, e o novo valor é dado em função da rentabilidade efetiva ocorrida no ano que se passou, dos resgates efetuados e das perspectivas de sobrevivência do participante na nova idade.<sup>23</sup>

Note que o valor total do benefício é dado pela soma de três parcelas: o valor do benefício complementar FUNPRESP, o valor até o teto do INSS pago pela União e o valor pago pelos fundos de risco e sobrevivência. As fórmulas apresentadas a seguir dizem respeito ao cômputo da primeira parcela.

$$B_t = A_{t-1} / [(1+i)^{e_{x_v}^0} - 1] / (i(1+i)^{e_{x_v}^0 - 1}), \text{ se válido} \quad (5)$$

$$B_t = A_{t-1} / [(1+i)^{e_{x_i}^0} - 1] / (i(1+i)^{e_{x_i}^0 - 1}), \text{ se inválido} \quad (6)$$

em que

$$e_{x_v}^0 = \text{expectativa de vida válido no ano } t = \sum_n p_x + 0,5;$$

$$e_{x_i}^0 = \text{expectativa de vida inválido no ano } t = \sum_n p_i + 0,5;$$

$i$  = rentabilidade esperada dos ativos;

$A_t$  = valor do saldo do fundo individual no ano  $t$ ;

$B_t$  = valor do benefício FUNPRESP, pela fórmula da expectativa de vida;

${}_n p_x$  = probabilidade acumulada de sobrevivência de um indivíduo válido, de idade  $x$ , viver mais  $n$  anos; e

${}_n p_i$  = probabilidade acumulada de sobrevivência de um indivíduo inválido, de idade  $x$ , viver mais  $n$  anos.

23. Para exemplificar a fórmula de resgate dos ativos, considere-se um indivíduo que se aposenta aos 60 anos de idade, com um ativo acumulado de R\$ 1 milhão. Como a expectativa remanescente de vida desse indivíduo pela tábua de mortalidade AT-2000 é de 23,6 anos, tal indivíduo deverá sacar para custear o seu primeiro ano de aposentadoria um montante anual total de R\$ 73.118,51. Caso ele venha a completar 61 anos, sua expectativa de vida remanescente nesta idade será de 22,8 anos. Seu ativo remanescente, contabilizados a remuneração de 5% a.a. e os saques efetuados, será de R\$ 976.881,49, permitindo que ele saque em seu segundo ano de aposentadoria um valor de R\$ 72.766,34. Observe-se que, com o passar dos anos, caso os rendimentos dos ativos sejam iguais ao esperado, é previsto uma ligeira redução nos valores dos resgates da reserva de poupança. Isso ocorre porque há um aumento marginal na expectativa total de vida do participante com o passar dos anos. No exemplo, a expectativa total de vida do participante aumentou de 83,6 anos aos 60 anos, para 83,8 anos aos 61 anos, um ganho de sobrevivência de 0,2 ano.

### 6.3 Valores pagos pelos fundos de sobrevivência e risco

De maneira análoga ao apresentado para o uso do saldo do fundo individual, é necessário definir hipóteses para a utilização dos fundos de sobrevivência e risco. Para tanto, dividiu-se o cálculo dos benefícios em duas etapas. Na primeira etapa, são computados, por meio das simulações efetuadas, os valores presentes médios depositados por cada participante para os fundos. Multiplicando-se tais valores médios pela quantidade de participantes (quer dizer, pelo número de simulações) obtém-se o valor presente total dos fundos, para ser distribuído novamente para esta mesma população. A partir dos valores médios dos benefícios previdenciários que seriam anualmente auferidos por esta população, desconsiderando a existência desses fundos, é computada, por meio de algoritmos de programação não linear, uma redistribuição ótima que permita minimizar a variância dos benefícios percebidos por esses participantes. A seguir, são apresentadas as formulações algébricas dos problemas de programação não linear para o fundo de sobrevivência (problema 1) e para o fundo de risco (problema 2).

Problema 1: minimização da variância dos valores recebidos de aposentadoria programada

- Função objetivo

$$\text{Minimizar } f(X_{AC}) = A' B$$

$$A = \{[(X_{AE} + X_{AC}) - \sum (X_{AE} + X_{AC}) / \sum (D_{AP})] \cdot D_{AP}\}$$

$$B = \{[(X_{AE} + X_{AC}) - \sum (X_{AE} + X_{AC}) / \sum (D_{AP})] \cdot D_{AP}\} / \sum (D_{AP}) \quad (7)$$

- Restrições

$$[(P_{AP} \cdot X_{AC}) \cdot IMP] \cdot F - N \cdot VP_S = 0$$

$$X_{AC} > 0$$

Problema 2: minimização da soma das variâncias dos valores recebidos de invalidez e pensão

- Função objetivo

$$\text{Minimizar } f(X_{IC}, X_{PC}) = A' B + C' D$$

$$A = \{[(X_{IE} + X_{IC}) - \sum (X_{IE} + X_{IC}) / \sum (D_{IN})] \cdot D_{IN}\}$$

$$B = \{[(X_{IE} + X_{IC}) - \sum (X_{IE} + X_{IC}) / \sum (D_{IN})] \cdot D_{IN}\} / \sum (D_{IN})$$

$$C = \{[(X_{PE} + X_{PC}) - \sum (X_{PE} + X_{PC}) / \sum (D_{PE})] \cdot D_{PE}\}$$

$$D = \{[(X_{PE} + X_{PC}) - \sum (X_{PE} + X_{PC}) / \sum (D_{PE})] \cdot D_{PE}\} / \sum (D_{PE}) \quad (8)$$

- Restrições

$$[(P_{PE} \cdot X_{PC}) \cdot IMP] \cdot F + [P_{IN} \cdot X_{IC}] \cdot F - N \cdot VP_R = 0$$

$$X_{IC} > 0, X_{PC} > 0$$

- Descrição das variáveis, equações e operadores matemáticos

$t$  = ano da projeção,  $t = 1, t = 2, \dots, t = T = 100$ ;

$N$  = número de simulações;

$X_{AC}$  = vetor com os valores complementares pagos pelo fundo de sobrevivência para cada beneficiário de aposentadoria programada em cada  $t$ -ésimo ano;

$X_{IC}$  = vetor com os valores complementares pagos pelo fundo de risco para cada assistido por invalidez em cada  $t$ -ésimo ano;

$X_{PC}$  = vetor com os valores complementares pagos pelo fundo de risco para cada pensionista em cada  $t$ -ésimo ano;

$X_{AE}$  = vetor com o valor médio recebido da aposentadoria programada e acréscimo pago pela União até o teto do INSS, para cada  $t$ -ésimo ano;

$X_{IE}$  = vetor com o valor médio recebido por invalidez e acréscimo pago pela União até o teto do INSS, para cada  $t$ -ésimo ano;

$X_{PE}$  = vetor com o valor médio recebido de pensão e acréscimo pago pela União até o teto do INSS, para cada  $t$ -ésimo ano;

$P_{AP}$  = vetor com o número de pessoas recebendo aposentadoria programada em cada ano  $t$ ;

$P_{IN}$  = vetor com o número de pessoas recebendo benefícios de invalidez em cada ano  $t$ ;

$P_{PE}$  = vetor com o número de pessoas recebendo pensões em cada ano  $t$ ;

$ALQ$  = alíquota marginal do imposto de renda;

$i$  = rentabilidade esperada dos ativos;

$VP_S$  = valor presente médio por pessoa dos depósitos para o fundo de sobrevivência;

$VP_R$  = valor presente médio por pessoa dos depósitos para o fundo de risco;

$1$  = vetor unitário;

$A \cdot B$  = multiplicação matricial do vetor  $A$  pelo vetor  $B$ ;

$A \cdot B$  = vetor contendo, em cada  $i$ -ésima linha, o resultado da multiplicação do  $i$ -ésimo elemento do vetor  $A$  pelo  $i$ -ésimo elemento do vetor  $B$ ;

$A'$  = vetor  $A$  transposto;

$\sum A$  = soma dos elementos do vetor  $A$ ;

$IMP = 1 \cdot [1/(1 - ALQ)]$ ;

$F(t) = 1(1 + i)^t$  para  $t = 1, t = 2, \dots$ ;

$D_{AP}(t) = \{0, \text{ se } P_{AP}(t) = 0; 1 \text{ se } P_{AP}(t) = 1\}$ ;

$D_{IN}(t) = \{0, \text{ se } P_{IN}(t) = 0; 1 \text{ se } P_{IN}(t) = 1\}$ ; e

$D_{PE}(t) = \{0, \text{ se } P_{PE}(t) = 0; 1 \text{ se } P_{PE}(t) = 1\}$

#### 6.4 Cálculo da alíquota do fundo para aposentadorias especiais: mulheres, policiais e professores

A Lei nº 12.618/2012 propõe em seu Artigo 17 a concessão de um aporte extraordinário às mulheres e aos profissionais abrangidos pelas hipóteses dos §§ 4º e 5º do Artigo 40 da CF;<sup>24</sup> na razão entre a reserva acumulada pelo participante e o produto desta mesma reserva, multiplicado pela razão entre 35 e o número de anos de contribuição exigido para a concessão do benefício pelo RGPS de que trata o Artigo 40 da CF.

Dito de outra forma, para custear a aposentadoria das mulheres, o normativo propõe a concessão de um aporte adicional de um sexto de sua poupança acumulada no momento da aposentadoria para os participantes facultados a se aposentarem após trinta anos de serviço.

Porém, como não é fixada no normativo a fórmula para o custeio do referido benefício, derivou-se uma fórmula que busca igualar o valor presente dos benefícios ao valor presente das contribuições dos participantes a serem recolhidas ao fundo que concederá o benefício, conforme apresentada a seguir.

$$\alpha = 1/[12 \cdot (H \cdot VPSC_H + M \cdot VPSC_M)/(M \cdot VPRM_M) + 2] \quad (9)$$

em que

$\alpha$  = alíquota contributiva de equilíbrio, dos participantes do fundo, incidente sobre a parcela da remuneração que excede o teto do INSS;

24. As hipóteses compreendem, basicamente, os policiais e os professores do ensino médio e fundamental.

$H$  = percentual de participantes do fundo que não possuem direito à aposentadoria especial; adotou-se, para essa premissa, o percentual de 45%;

$M$  = percentual de participantes do fundo que possuem direito à aposentadoria especial; adotou-se, para essa premissa, percentual de 55%;

$VPSC_H$  = valor presente das parcelas dos salários que excedem o teto do INSS dos participantes do fundo que não têm direito à aposentadoria especial;

$VPSC_M$  = valor presente das parcelas dos salários que excedem o teto do INSS dos participantes do fundo que têm direito à aposentadoria especial; e

$VPRM_M$  = valor presente da poupança acumulada pelo participante elegível ao benefício de aposentadoria especial, supondo que não houvesse contribuições para esse fundo, no momento imediatamente anterior à concessão deste benefício.

Para a projeção dos salários dos participantes, adotou-se como hipótese que a razão média entre os salários dos participantes que se aposentarão com aposentadoria especial e os que não possuem direito ao benefício é de 80%, para representar o fato de que as mulheres recebem em média um valor inferior ao dos homens. Os percentuais de pessoas elegíveis ao recebimento de aposentadorias especiais – estimados em 55% – baseou-se nas informações do Poder Executivo, conforme os dados divulgados pelo MPOG (tabela 10).

TABELA 10

**Quantitativo dos servidores do Executivo que poderão se beneficiar do fundo compensatório de aposentadorias especiais**

|   | Servidores | % do total |
|---|------------|------------|
| a) Servidores em profissão de risco (gênero masculino)                | 21.262     | 4,1        |
| Departamento de Polícia Federal (carreira)                            | 9.785      | 1,9        |
| Departamento Penitenciário Nacional (carreira)                        | 816        | 0,2        |
| Departamento de Polícia Federal (plano especial de cargos)            | 1.547      | 0,3        |
| Departamento de Polícia Rodoviária Federal (carreira)                 | 8.386      | 1,6        |
| Departamento de Polícia Rodoviária Federal (plano especial de cargos) | 406        | 0,1        |
| Polícia civil do ex-território  | 322        | 0,1        |
| b) Professores do ensino fundamental ou médio (gênero masculino)      | 16.751     | 3,2        |
| Professor do ensino básico técnico tecnológico                        | 16.077     | 3,1        |
| Professor do ensino básico federal                                    | 94         | 0,0        |
| Professor do ensino básico federal dos ex-territórios                 | 578        | 0,1        |
| Professor de primeiro e segundo grau (A a E)                          | 2          | 0,0        |
| c) Servidores do Executivo (gênero feminino)                          | 237.447    | 45,4       |
| d) Total dos servidores com aposentadoria especial (a + b + c)        | 275.460    | 52,7       |
| e) Total dos servidores do Executivo                                  | 522.472    | 100,0      |

Fonte: MPOG (2012), posição: dezembro de 2011. Elaboração dos autores.

Seguindo a metodologia proposta, com a aplicação da fórmula discutida, foram encontradas as seguintes alíquotas contributivas mínimas para custear os valores concedidos para as aposentadorias especiais (tabela 11).

TABELA 11

**Percentual do salário acima do teto do INSS destinado ao custeio das aposentadorias especiais, por cenário estudado**

|  | Alíquota para o fundo de aposentadorias especiais (%) |
|--|---|
| Cenário básico   | 0,50  |
| Participante: mulher com aposentadoria aos 55 anos (CA1) | 0,51  |
| Salário inicial de R\$ 13 mil (CA2)                      | 0,52  |
| Alíquota de contribuição do participante de 11% (CA3)    | 0,50  |
| Aposentadoria aos 65 anos (CA4)                          | 0,50  |
| Alocação 50% em renda fixa e 50% em renda variável (CA5) | 0,50  |

Elaboração dos autores.

Como as alíquotas apresentadas na tabela 11 não esgotam todas as possibilidades de uso para o custeio das aposentadorias especiais, optou-se por adotar um valor um pouco mais conservador para esta alíquota, de 0,8%, permitindo, desta forma, custear tais benefícios em uma gama de cenários possíveis.

## 7 RESULTADOS DO MODELO

Esta seção apresenta os resultados das diversas simulações e análises de sensibilidade. Como nota de precaução inicial, vale observar que a FUNPRESP é um fundo previdenciário na modalidade de contribuição definida. Nesse sentido, o participante assume todos os riscos inerentes ao sistema previdenciário. Em outras palavras, os valores aqui apresentados para benefícios são tão somente estimativas, as quais são bastante sensíveis a variáveis como rentabilidade dos ativos, evolução salarial, percentual do salário coberto pela FUNPRESP, idade de entrada, idade de saída, entre outras. Considerada essa precaução, o cálculo do valor esperado da aposentadoria sob diversos cenários é instrumento fundamental para que os servidores decidam acerca de sua adesão ao fundo, o governo federal defina os detalhes do plano de benefícios da FUNPRESP, e os governos subnacionais que decidam criar sua própria previdência complementar tenham elementos para seguir uma diretriz.

Apresenta-se, primeiramente, o resultado do valor esperado, em termos reais do benefício, no cenário básico, cujas hipóteses são de um homem que ingressa aos 25 anos no serviço público, aposenta-se aos 60 anos, suas aplicações rendem em média 5% a.a., seu crescimento salarial real é de 2% a.a. e contribui para a FUNPRESP com 8,5% da parcela do seu salário excedente ao teto do RGPS<sup>25</sup> (tabela 12).

25. Lembrando que o governo arca com contribuição de igual montante ao depositado pelo empregado.

TABELA 12

**Composição do benefício da aposentadoria programada (cenário básico)**

|                                    | (a) Regra anterior | (b) Regra FUNPRESP <sup>1</sup> | Diferença (b) – (a) |
|------------------------------------|--------------------|---------------------------------|---------------------|
| Valor da aposentadoria             | 12.292,44          | 8.646,31                        | (3.646,13)          |
| (+) Ganho fundo de sobrevivência   | -                  | 310,31                          | 310,31              |
| (-) IR                             | (2.116,67)         | (722,87)                        | 1.393,80            |
| (-) Contribuições                  | (921,39)           | R\$ 0,00                        | 921,39              |
| (=) Valor da aposentadoria líquido | 9.254,38           | 8.233,75                        | (1.020,63)          |

Elaboração dos autores.

Nota <sup>1</sup> O valor da aposentadoria programada pela regra FUNPRESP apresentado na tabela é composto pela soma de três parcelas: valor do benefício complementar FUNPRESP, valor até o teto do INSS pago pela União e valor pago pelo fundo de sobrevivência.

Observa-se, neste cenário, em concreto, que o valor esperado do benefício é cerca de 11% inferior àquele que seria recebido em caso de manutenção das regras vigentes anteriores à criação da FUNPRESP, já contabilizados os benefícios da menor contribuição previdenciária e do IR reduzido que se aplica às aposentadorias recebidas em planos de contribuição definida. Esse resultado deve ser analisado com precaução. Primeiramente, assume-se que as regras vigentes anteriormente à criação da FUNPRESP poderiam se manter no longo prazo. Entretanto, o histórico recente de reformas previdenciárias, no Brasil e no mundo, no qual se inclui a própria aprovação da FUNPRESP, o rápido processo de envelhecimento populacional e o dreno fiscal causado pela previdência dos servidores sugerem que esse exercício de manutenção de regras em longo prazo seria de baixa probabilidade. Ao contrário, um plano de capitalização em contribuição definida, como a FUNPRESP, apresenta maior probabilidade de manutenção no longo prazo, dado que os recursos para o custeio das aposentadorias não dependem de fontes fiscais, mas somente dos ativos previamente acumulados pelos participantes. Em segundo lugar, há um fundamento para a escolha da contribuição do servidor em 8,5% no cenário básico, dado que a contribuição patronal acompanha a do servidor até esta alíquota. Neste sentido, há incentivo para o servidor contribuir ao menos 8,5%, porque até esse patamar cada real aportado será acompanhado por igual aporte da União. Entretanto, o leitor deve ter em mente que uma comparação também fidedigna entre a situação nova e a antiga levaria em conta que o servidor, na regra prévia, contribuía compulsoriamente com 11% do seu salário e o servidor que aderir à FUNPRESP pode contribuir voluntariamente nessa taxa. Nesse sentido, a redução na taxa de reposição reflete parcialmente a menor contribuição. Desse modo, a redução na taxa de reposição é consequência, em parte, de uma contribuição também mais baixa. O cenário 3, analisado posteriormente, realiza o ajuste em relação a este fato, ao supor contribuição do servidor em 11%. Por fim, o valor da aposentadoria efetivamente recebida pelo servidor pode ser muito superior ou inferior a qualquer valor estimado, dada a sensibilidade do resultado a alterações

das diversas variáveis. Nesse sentido, o cenário básico deve ser complementado pela análise de diversos cenários alternativos.

A análise de como os resultados se alteram em relação à modificação das hipóteses se apresentará em duas etapas. Na primeira, mostra-se o impacto de alterações conjuntas na rentabilidade dos ativos e na evolução salarial sobre a taxa de reposição no cenário básico. Na segunda, criam-se cenários alternativos, conforme foi descrito na seção 5.

A tabela 13 mostra como a FUNPRESP altera a reposição do benefício no cenário básico, considerando alteração de taxa de rentabilidade e crescimento salarial. A análise é realizada dividindo-se o valor do benefício após a FUNPRESP pelo valor do benefício oferecido pela regra anterior. Assim, caso o índice seja maior do que uma unidade, isso significa que o valor médio do benefício oferecido pela FUNPRESP é maior; caso contrário, há uma perda relativamente à regra anterior.

TABELA 13

**Razão do benefício médio FUNPRESP sobre regra anterior da aposentadoria programada (líquido de contribuições e impostos), segundo a taxa de rentabilidade dos ativos e de crescimento salarial (demais parâmetros como no cenário básico)<sup>1</sup>**

|                                       |      | Taxa real de rentabilidade dos ativos |      |      |
|---------------------------------------|------|---------------------------------------|------|------|
|                                       |      | 4%                                    | 5%   | 6%   |
| Taxa real de crescimento dos salários | 1,0% | 0,82                                  | 0,94 | 1,11 |
|                                       | 2,0% | 0,76                                  | 0,89 | 1,06 |
|                                       | 3,0% | 0,71                                  | 0,84 | 1,01 |

Elaboração dos autores.

Nota: <sup>1</sup>O valor da aposentadoria programada pela regra anterior é de R\$ 7.706,17 para a taxa de crescimento salarial real de 1,0%; R\$ 9.254,38, para a taxa de crescimento salarial real de 2,0%; e de R\$ 11.221,90, para a taxa de crescimento salarial real de 3,0%.

A primeira conclusão é que a reposição do servidor é extremamente sensível ao comportamento de longo prazo das variáveis. A alteração da taxa de retorno real de longo prazo de 4% para 6% a.a. aumenta a reposição do benefício em 30%, independentemente da hipótese acerca do crescimento salarial. Isso é consequência direta de um regime de contribuição definida, pois o que se recebe de aposentadoria é fruto das contribuições passadas e do retorno do patrimônio acumulado. A segunda e talvez mais importante conclusão mostra o impacto dos planos de contribuição definida sobre o compartilhamento de risco. Na situação anterior, o valor da aposentadoria se determinava por meio de uma fórmula de cálculo, e todo o risco recaía sobre o governo e seus financiadores finais, que são os contribuintes. Após a FUNPRESP, passa-se a seguir outra lógica, em que não há garantia de pisos ou limites de tetos para a aposentadoria complementar recebida pelo servidor. Uma parte do seu benefício dependerá de variáveis não controladas pelo participante, como o comportamento do mercado financeiro: a rentabilidade superior pode lhe

trazer reposição maior que a regra antiga, e momentos ruins de retorno implicarão benefícios mais baixos. A outra parte do seu benefício depende do próprio comportamento e escolha do servidor. Caso ele deseje postergar sua aposentadoria, haverá mais anos de contribuição e menos de fruição de benefícios, o que elevará sua reposição. Caso opte por sair mais cedo, receberá menos.

A análise de sensibilidade, apresentada na tabela 14, mostra como variáveis discricionárias ao participante afetam o valor esperado real do benefício e sua distribuição em relação às hipóteses do cenário básico.

TABELA 14

**Comparação dos valores médios dos benefícios de aposentadoria programada (líquidos de contribuições e impostos), antes e depois da implementação da FUNPRESP**

|   | (a) Regra anterior | (b) Regra FUNPRESP | Razão (b)/(a) |      |      |       |       |
|---|--------------------|--------------------|---------------|------|------|-------|-------|
|   |                    |                    | Média         | 1ª p | 5ª p | 20ª p | 80ª p |
| Cenário básico  | 9.254,38           | 8.233,75           | 0,89          | 0,63 | 0,69 | 0,78  | 1,08  |
| Mulher com aposentadoria aos 55 anos (CA1)                  | 8.737,63           | 6.927,88           | 0,79          | 0,58 | 0,62 | 0,68  | 0,89  |
| Salário inicial de R\$ 13 mil (CA2)                         | 14.214,10          | 13.792,93          | 0,97          | 0,56 | 0,64 | 0,75  | 1,16  |
| Contribuição do participante de 11% (CA3)                   | 9.254,38           | 9.083,25           | 0,98          | 0,68 | 0,75 | 0,86  | 1,22  |
| Aposentadoria aos 65 anos (CA4)                             | 9.882,41           | 10.611,36          | 1,07          | 0,70 | 0,79 | 0,91  | 1,38  |
| Alocação de 50% em renda fixa e 50% em renda variável (CA5) | 9.254,38           | 9.516,45           | 1,03          | 0,63 | 0,70 | 0,83  | 1,34  |

Elaboração dos autores.

Obs.: Denota-se por  $k^o p$ , o  $k$ -ésimo percentil da distribuição dos dados das simulações em um determinado cenário.

A análise estocástica permite ir além das estimativas do valor esperado da taxa de reposição e torna possível o conhecimento da sua distribuição dentro das hipóteses assumidas. Como o valor dos benefícios, após a FUNPRESP, é dado em função de variáveis aleatórias, como a rentabilidade dos ativos e as datas de morte ou entrada em invalidez do indivíduo, é importante analisar a distribuição dos benefícios. Na tabela 14 são apresentados os 80º, 20º, 5º, e 1º percentis de sua distribuição. Assim, tomando como exemplo o cenário básico, nota-se que, apesar de o valor esperado do benefício ser de 89% do obtido pela regra anterior, há uma chance de 20% de que o benefício seja, no mínimo, 108% maior do que o da regra anterior (80º percentil), e uma chance de 20% de que o benefício seja inferior a 78% do que o da regra anterior (20º percentil). Além disso, como o benefício até o teto do INSS é garantido, mesmo considerando uma situação extrema com chance de realização em um centésimo das vezes (1º percentil), o valor do benefício líquido de impostos ainda será de R\$ 5.830,02.

Com relação aos cenários alternativos, nota-se, no primeiro deles, que as mulheres, caso optem por se aposentarem mais cedo que os homens, terão diminuição na aposentadoria programada de 21% em relação à regra anterior, com

queda 10% superior à de um servidor do sexo masculino. Conclui-se, portanto, que o fundo de aposentadorias especiais, apesar de mitigar grande parte da perda nos benefícios, não é suficiente para equiparar a aposentadoria das mulheres à dos homens, nos casos das servidoras que se aposentam aos 55 anos.

Como pela lógica da contribuição definida, recebe-se aquilo que se aportou, vale notar que a redução na taxa de reposição reflete a baixa idade de aposentadoria e o conseqüente elevado tempo de gozo de benefício. Em outras palavras, resulta do equilíbrio entre o total acumulado e o montante a se receber. Para aumentar o que se receberá, faz-se necessário contribuir por mais tempo ou com valor superior – variáveis essas controladas pelo participante.

Em termos normativos, os valores encontrados no resultado supracitado geram discussão complexa. Pode-se argumentar que a nova previdência é pior para as mulheres comparativamente à situação pretérita. De modo alternativo, mostram que também é verdadeira a constatação da insuficiência da contribuição feminina no regime anterior para fazer jus ao seu benefício. A conta da baixa idade de aposentadoria – antes paga pelos homens, pelas mulheres das gerações futuras ou pelos homens e mulheres que não faziam parte do RPPS da União – recai agora sobre o próprio participante.

O segundo cenário mostra que se, por um lado, profissões com salário inicial maior estarão em melhor situação relativa em comparação ao caso do cenário básico, com um benefício esperado de 97% ao da regra anterior, por outro, a maior dependência da previdência complementar potencializa o risco em relação ao que poderia ser auferido pela regra anterior, porque comparativamente ao cenário-básico as taxas de reposição são mais baixas nos percentis inferiores, mas mais altas nos percentis superiores.

O cenário 3 mostra o impacto da elevação da contribuição do participante sobre sua taxa de reposição. Caso decida contribuir com a mesma taxa de 11% cobrada dos servidores na regra antiga, a taxa de reposição esperada é bastante próxima à regra anterior. Apesar da proximidade do valor esperado, o risco assumido pelo servidor é bem superior, como se pode observar pela análise dos percentis.

Observa-se o impacto do maior tempo de contribuição sobre o valor do benefício no quarto cenário alternativo da tabela 14. A opção por um tempo de contribuição mais dilatado pode levar a um aumento de 18% da taxa de reposição. Resultado perfeitamente compatível com a contribuição definida, dado que um maior tempo de contribuição implica maior acumulação de ativos com respectivo aumento no valor da aposentadoria.

Outro resultado que merece destaque é o apresentado no cenário 5. Caso opte por uma alocação de carteira mais agressiva e decida alocar metade dos seus ativos

em renda variável em vez dos 30% do cenário básico, o participante poderá obter um retorno esperado maior, sem que tenha que arcar com um risco mais alto. Esse resultado, aparentemente contraintuitivo, dado o *trade-off* clássico entre o risco e o retorno, decorre da hipótese adotada de que os ganhos médios superiores da carteira que possui maior alocação em renda variável mais do que compensam a maior dispersão de seus retornos. Ao final do processo, a comparação percentil a percentil dos benefícios, em ambas as carteiras, indica uma clara preferência para a alocação na carteira com maior participação de ativos de risco. Estas conclusões, apesar de não se generalizarem para além dos dados do exercício, demonstram a importância de que a gestão dos ativos do plano seja realizada por profissionais com elevada qualificação técnica.<sup>26</sup>

Na sequência da análise, apresenta-se o impacto da reposição esperada da FUNPRESP sobre os benefícios de risco, ou seja, aposentadorias por invalidez e pensão por morte. A dificuldade em tecer considerações sobre a taxa de reposição desses benefícios é expressiva, dado que até o momento da escrita deste artigo era desconhecido o plano de custeio e benefícios para a aposentadoria por invalidez e pensão por morte. Porém, a tabela 15 mostra que, dentro das hipóteses feitas neste estudo sobre o plano de custeio e benefício para pensão por morte, sua taxa de reposição é igual ou superior à regra antiga em seis dos sete cenários analisados. Este resultado mostra o cuidado que se deve tomar no desenho do plano para os benefícios de risco, seja na União, seja nos demais entes subnacionais que já instituíram ou que criarão sua previdência complementar. As regras de pensões por morte, no Brasil, são consideradas bem distantes daquelas observadas no resto do mundo, no sentido de tornar o benefício elevado. A depender dos desdobramentos para esses benefícios, no desenho da FUNPRESP, há chances de se reforçar essa característica. Em relação às aposentadorias por invalidez, a reposição apresenta perfil similar ao do benefício programado.

Em suma, a reposição obtida nos benefícios previdenciários deixou de ser uma fórmula predefinida e passou a ser uma função de um conjunto de variáveis em que algumas estão dentro do poder de controle do participante, e outras para as quais não há poder de comando algum por parte do servidor. A reposição obtida é, agora, uma questão tanto de escolha quanto de risco.

Com o intuito de apresentar como se dá a evolução do plano na fase de resgate dos ativos, nos termos das hipóteses assumidas no cenário básico, os gráficos 1 e 2 mostram, ano a ano, a evolução do percentual de beneficiários e os valores médios recebidos por estes nas duas regras previdenciárias em estudo.

---

26. Recomenda-se que os gestores dos ativos possuam domínio aprofundado nas áreas de matemática atuarial, teoria de carteiras, otimização, macroeconomia e cálculo estocástico, dentre outras questões. Pelo mesmo motivo, aconselha-se a criação de um programa de educação previdenciária no caso de ser facultada aos próprios participantes a decisão sobre a macroalocação de seus ativos.

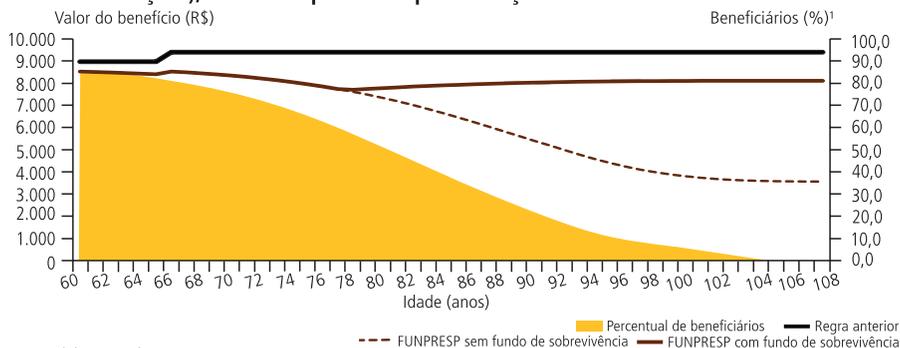
TABELA 15

**Comparação dos benefícios de pensão e invalidez (líquidos de contribuições e impostos), antes e depois da implementação da FUNPRESP**

|   | Pensão             |                    |                     | Invalidez          |                    |                     |
|---|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
|   | (a) Regra anterior | (b) Regra FUNPRESP | Razão (b)/(a) média | (a) Regra anterior | (b) Regra FUNPRESP | Razão (b)/(a) média |
| Cenário básico  | 7.678,46           | 7.788,21           | 1,01                | 10.327,98          | 8.335,84           | 0,81                |
| Mulher com aposentadoria aos 55 anos (CA1)                  | 7.363,45           | 8.648,83           | 1,17                | 9.686,01           | 8.019,47           | 0,83                |
| Salário inicial de R\$ 13 mil (CA2)                         | 11.132,67          | 12.091,23          | 1,09                | 16.249,54          | 11.614,27          | 0,71                |
| Contribuição participante de 11% (CA3)                      | 7.678,46           | 8.220,09           | 1,07                | 10.327,98          | 8.764,07           | 0,85                |
| Aposentadoria aos 65 anos (CA4)                             | 7.678,46           | 9.751,05           | 1,27                | 10.327,98          | 10.406,57          | 1,01                |
| Alocação de 50% em renda fixa e 50% em renda variável (CA5) | 7.678,46           | 9.118,48           | 1,19                | 10.327,98          | 9.415,65           | 0,91                |

Elaboração dos autores.

GRÁFICO 1

**Evolução da aposentadoria programada real média por idade (líquida de impostos e contribuições), antes e depois da implementação da FUNPRESP**

Elaboração do autor.

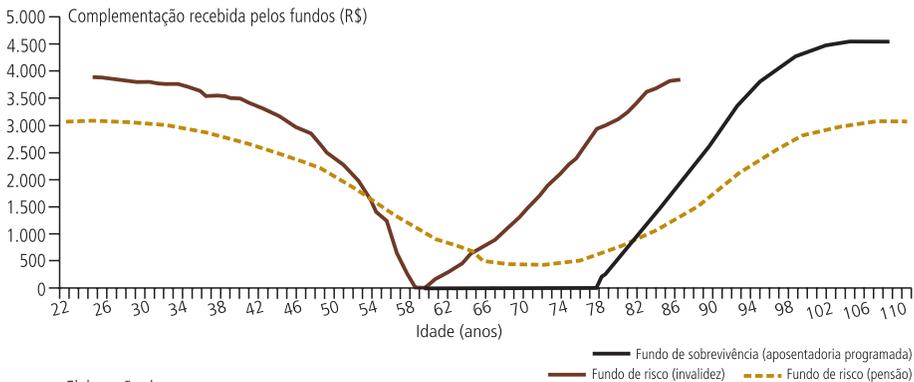
Nota: <sup>1</sup> O percentual de beneficiários foi calculado sobre uma população inicial de 25 anos.

O gráfico 1 apresenta as informações relativas à aposentadoria programada de uma população hipotética que iniciou a atividade no serviço público aos 25 anos. A área em amarelo mostra o percentual dessa população inicial que está recebendo o benefício de aposentadoria programada. Como é possível perceber, pouco mais de 80% dessa população inicial se tornará elegível ao pagamento da aposentadoria programada aos 60 anos, pois parte dos indivíduos irá morrer ou se invalidar durante a fase laboral. O percentual de sobreviventes entra em declínio até desaparecer completamente. A projeção dos benefícios está apresentada nas linhas

contínuas do gráfico, sendo que a linha preta demonstra a evolução da aposentadoria pela regra anterior (benefício médio de R\$ 9.254,38 por aposentado) e a linha marron, a evolução da aposentadoria após a FUNPRESP (benefício médio de R\$ 8.233,75). Como os valores apresentados estão líquidos dos impostos, é observada uma pequena elevação do benefício após os 65 anos, por conta do benefício fiscal previsto na legislação do IR.

GRÁFICO 2

### Valores médios reais mensais aportados pelos fundos de sobrevivência e risco



Outro ponto explicitado no gráfico é relativo ao uso do fundo de sobrevivência. Seguindo a modelagem discutida na seção 6, o fundo de sobrevivência é utilizado para impedir uma queda na renda média dos participantes que vivam além do esperado pela tábua atuarial. De fato, como também pode ser observado no gráfico 2, o fundo começa a fazer aportes anuais crescentes aos sobreviventes a partir do 78º ano de vida, tornando a renda dos indivíduos estável ao longo dos anos, como desejado. Percebe-se que a estratégia implícita na utilização do fundo é postergar ao máximo a sua utilização e conceder benefícios de maneira crescente. Dada a restrição de recursos disponíveis no fundo, a alocação realizada dessa maneira será mais eficaz, pois permitirá um período maior para capitalização dos ativos com conversão em benefícios para um número menor de pessoas.

No gráfico 2, também são plotados os valores médios concedidos por idade pelo fundo de risco para os participantes em gozo de benefício por invalidez ou pensão por morte. O formato em U do fundo de risco alocado para invalidez e pensão é decorrente de determinados efeitos. Na primeira parte da curva, decorre do fato de que, em um regime de capitalização, quanto mais cedo este indivíduo sair, menor será sua renda, o que faz com que os pagamentos sejam maiores para os indivíduos que se tornam elegíveis ao recebimento desses benefícios na fase inicial

de sua carreira. Na segunda parte da curva, sua utilização já é similar ao fundo de sobrevivência, pois visa repor a queda dos benefícios com o passar dos anos.

## 8 FUNPRESP: CONQUISTAS E AMEAÇAS

A aprovação da previdência complementar dos servidores foi, no conjunto, um passo correto da política previdenciária. Em relação ao projeto original – encaminhado pela administração Lula em 2007 –, algumas modificações o melhoraram, enquanto outras o pioraram, e há outras, ainda, cujo efeito dependerá da qualidade da gestão da FUNPRESP.

Do lado positivo, ficaram mais justas as regras de transição referentes à adesão de servidores que ingressaram no serviço público antes da criação do fundo – apesar da potencial elevação do custo de transição – e daqueles que recebem aquém do teto do INSS.

Entre os pontos em que se pode observar melhora ou piora – a depender dos desdobramentos – está o fim da necessidade da terceirização da administração das aplicações financeiras. Isso pode ser positivo em caso de administrações sérias, que podem gerir ativos simples – como títulos públicos –, de modo próprio, ou usar a possibilidade de autogestão como instrumento de barganha para obtenção de menores taxas administrativas. Porém, pode também ter seu lado negativo, já que se aumentou o risco de ingerência política e a possibilidade de gestão financeira não especializada.

Há três piores. Primeiro, a criação de fundos específicos para cada um dos poderes implica a redução das economias de escala, com repercussões sobre custo administrativo e queda da rentabilidade para o participante. Segundo, a impossibilidade de adesão de estados e municípios ao fundo federal limita a ampliação da previdência complementar, uma vez que não há escala em vários desses entes para estruturar fundo próprio, além de restringir também a concorrência entre fundos maiores, que poderiam oferecer planos previdenciários a esses entes, com taxas administrativas mais baixas. Terceiro, a exclusão da necessidade da gestão passiva dos ativos financeiros torna o regime mais suscetível à influência política.

De qualquer forma, estas modificações mantiveram a essência do projeto e são parte do processo democrático de negociação de reformas. A exceção capaz de comprometer a consistência da FUNPRESP é o Fundo de Cobertura de Benefícios Extraordinários (FCBE). É uma política de discriminação positiva a grupos já beneficiados com aposentadorias antecipadas pela CF: mulheres; professores de ensino infantil, fundamental e médio; deficientes; e servidores que exerçam atividades de risco ou que prejudiquem sua saúde. Essas pessoas ganharão bônus sobre o total acumulado. Por exemplo, o FCBE aportará recurso extraordinário de

40% sobre a reserva acumulada de uma professora de ensino médio e de 16,7% para uma servidora.<sup>27</sup>

As discussões a respeito dos vícios e virtudes da política discriminatória positiva já são de longa data. Não cabe debater seu mérito neste artigo. O ponto central é que o FCBE estabelece meios inapropriados para obtenção dos seus fins, além de colocar a solvência da FUNPRESP em risco.

Há vários problemas. O primeiro é a seleção adversa. Grupos não beneficiados verão parte de suas contribuições vertidas para um fundo do qual não se beneficiam. Dado o caráter voluntário da adesão à FUNPRESP, o FCBE gera desincentivo à filiação dos seus financiadores. Isso pode causar um círculo vicioso em que poucos homens se filiam à FUNPRESP por causa do elevado custo do FCBE, o que reduz ainda mais a adesão masculina e aumenta o custeio do FCBE.

O segundo problema é que se trata de um incentivo inadequado. Os beneficiados pelo FCBE tenderão a sobreacumular para receber o bônus, enquanto os demais têm incentivos a subacumular para se livrar do ônus de financiar o FCBE. Por exemplo, a estratégia ótima para um casal de servidores seria a esposa poupar além e o marido aquém como forma de minimizar o custeio e maximizar o recebimento do FCBE.

O terceiro problema é o risco de insolvência: nada garante que o FCBE terá recursos suficientes para pagar os benefícios que promete. Se a seleção adversa e a reação aos incentivos postos de fato ocorrerem, o risco de insolvência crescerá, dado o reduzido tamanho das contribuições dos participantes financiadores do FCBE. Ademais, a composição por gênero e atividade dos futuros servidores independe do poder de decisão da FUNPRESP, tornando alta a imprevisibilidade dos fluxos de receita e despesa do FCBE. Criou-se ainda risco adicional de replicação do FCBE para os estados que venham a criar sua previdência complementar, fazendo com que o risco de insolvência se generalize.

A compatibilidade da discriminação positiva com a solvência e os princípios da previdência em contribuição definida se daria pela elevação da alíquota de contrapartida patronal. O estado poderia, por exemplo, acompanhar a contribuição do servidor homem em até 8,5% e de uma servidora – por hipótese – em até 9,0%. O efeito, em termos de acumulação de recursos para aposentadoria, seria equivalente ao da proposta estabelecida para o FCBE, mas se eliminariam os incentivos a comportamentos oportunistas, riscos de seleção adversa e insolvência, e se manteriam os princípios de contribuição definida. Esses problemas desapareceriam porque

---

27. Há uma previsão de aporte extraordinário, segundo o Artigo 17 da Lei nº 12.618/2012, para as mulheres e para os profissionais abrangidos pelas hipóteses dos §§ 4º e 5º do Artigo 40 da CF, na razão entre a reserva acumulada pelo participante e o produto desta mesma reserva multiplicado pela razão entre 35 e o número de anos de contribuição exigido para a concessão do benefício. Assim, a reserva de uma mulher seria multiplicada pela razão de 35/30, a de uma professora do ensino médio, pela razão de 35/25.

cada pessoa receberia o que aportou para sua aposentadoria programada. O preço a se pagar por essa opção seria o aumento do custo de transição.

A solvência da FUNPRESP – antes garantida – está agora em risco. Alterações em reformas previdenciárias recém-aprovadas ocorreram no passado recente. Parece ser oportuno repetir o processo.

## 9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tema concernente às estimativas da taxa de reposição dos benefícios previdenciários é comumente abordado na literatura especializada. Entretanto, como o equilíbrio atuarial se dá pela equivalência entre o valor presente esperado das contribuições e benefícios, é natural que alterações jurídicas levem a uma redefinição do equilíbrio ou do desequilíbrio anterior. Este fato ocorreu recentemente no Brasil com a sanção da Lei nº 12.618/2012 – que modificou o regime previdenciário para os servidores públicos civis da União que ingressaram após a entrada em funcionamento da FUNPRESP –, ao transformar um regime de repartição e benefício definido em outro capitalizado com contribuição definida.

Este texto trata desse novo tema e também inova ao usar o método estocástico atuarial para determinação do valor esperado dos benefícios futuros em um plano previdenciário do setor público. Desse modo, apresenta potencial de auxílio em futuras decisões normativas referentes ao desenho do plano previdenciário da FUNPRESP e também sobre a escolha de estados e municípios acerca da adequação da instituição de sua previdência complementar.

Um ponto que pode vir a modificar significativamente os cenários aqui traçados e colocar em risco a solvência da FUNPRESP é o FCBE. A mudança introduzida no processo legislativo com esse dispositivo criou um mecanismo de seleção adversa e geraram-se vários incentivos inadequados, que induzem a comportamentos que podem violar o princípio de planos de contribuição definida. Do ponto vista legislativo, recomenda-se ajuste normativo para sanar essas dificuldades.

Além disso, os resultados matemáticos indicam que não há mais como se ver a previdência na mesma perspectiva anterior, em função da nova forma de compartilhamento de risco decorrente da transformação de planos de benefício definido em contribuição definida. A antiga fórmula de cálculo predefinida foi substituída por outra, em que o valor da aposentadoria depende do quanto se acumulou, da rentabilidade auferida pelo patrimônio e do tempo de fruição do benefício. Nessa nova perspectiva, algumas variáveis estão sob o controle do participante, como a alíquota de contribuição, a idade de aposentadoria para além dos limites mínimos e – a depender de características ainda a definir da FUNPRESP – a composição de sua carteira de investimentos. Há outras fora de seu poder de controle, como a rentabilidade dos ativos. Seu benefício passa a ser resultado tanto de sua escolha como do risco que assumirá.

Em relação ao cenário que serviu de base para a modelagem, verificou-se que um participante de 25 anos se aposentará aos 60 anos com uma renda esperada 11% menor do que a que seria auferida caso fossem mantidas as regras anteriores à criação da FUNPRESP. Por outro lado, constatou-se que a postergação na idade de aposentadoria, a elevação do percentual de contribuição ou mesmo uma alocação eficiente dos ativos seriam suficientes para elevar os valores médios dos benefícios da FUNPRESP ao mesmo patamar dos oferecidos pela antiga regra previdenciária. A análise de cenários também indicou que os participantes do gênero feminino são os que apresentam as maiores perdas em relação à sistemática previdenciária anteriormente vigente. De todo modo, também pode se interpretar esse resultado como realocação de risco da coletividade para o próprio participante.

Os resultados finais apresentaram sensibilidade expressiva às hipóteses. Em relação à rentabilidade, encontrou-se que a variação de 1% nos retornos dos ativos pode se traduzir em variações entre 15% e 20% nos valores dos benefícios. Nos cinco cenários referentes a distintos comportamentos e perfis do participante, a relação entre o valor esperado do benefício pela regra nova e pela antiga variou entre 0,79 e 1,03. A diferença entre o 20º e o 80º percentis da distribuição dessa razão atingiu até 0,51 em um dos cenários. A dispersão de resultados é ainda mais ampla ao se considerar a multiplicidade de valores que as premissas podem assumir no mundo concreto.

Parte dessa variação decorre da escolha do participante; outra parte, de variáveis fora de seu controle. Difundir estudos dessa natureza é fundamental não somente para definição de políticas públicas, mas também para orientação dos participantes sobre a escolha mais apropriada a seus objetivos.

## ABSTRACT

The purpose of this paper is to make an evaluation on pension's replacement rate of the recently approved complimentary pension fund for civil servants of the Brazilian federal government. Using a methodology based on a stochastic actuarial model, mean and distribution of pension benefits offered before and after this new pension system were compared. Scenario and sensitivity analyses were made regarding financial and biometric variables. The conclusion is that the replacement rate depends on a set of variables, some of which are under the discretion of the participant, such as length of contribution, contribution rate and asset composition, while other variables are not under his discretion, such as the return rate on the assets composition while other variables are not under his discretion as the return rate on the assets. Comparing to the previous rules, replacement rates can be either higher or lower, but the civil servant will bear all the risk.

**Keywords:** pension funds; pension's replacement rate; retirement; stochastic simulation, optimization.

## REFERÊNCIAS

- AFONSO, L.; GIAMBIAGI, F. Cálculo da alíquota de contribuição previdenciária atuarialmente equilibrada: uma aplicação ao caso brasileiro. **Revista brasileira de economia**, Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, v. 63, n. 2, abr./jun. 2009.
- BERTOCCHI, M.; SCHWARTZ, S. L.; ZIEMBA, W. T. **Optimizing the aging, retirement, and pensions dilemma**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2010.
- BLAKE, D.; CAIRNS, A. J. G.; DOWD, K. Pensionmetrics: stochastic pension plan design and value-at-risk during the accumulation phase. **Insurance: mathematics and economics**, v. 29, p. 187-215, 2001.
- BOULIER, J. F.; DUPRÉ, D. **Gestão financeira dos fundos de pensão**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2003.
- BOWERS, N. L. **Actuarial mathematics**. 2nd ed. Schaumburg, Ill.: Society of Actuaries, 1997.
- CAETANO, M. A. **Subsídios cruzados na previdência social brasileira**. Ipea, 2006 (Texto para Discussão, n. 1.211).
- \_\_\_\_\_. Reformas infraconstitucionais nas previdências privada e pública: possibilidades e limites. *In*: BACHA, E.; SCHWARTZMAN, S. (Org.). **Brasil: a nova agenda social**. Rio de Janeiro: LTC, 2011.
- CAIRNS, A. J. G. **An introduction to stochastic pension fund modeling**. Paper for the Vancouver Interest Rate Risk Workshop, 1994. Disponível em: <<http://www.ma.hw.ac.uk/~andrewc/papers/>>. Acesso em: 15 jun. 2012.
- CARVALHO, F. J.; MURGEL, M. I. **Tributação de fundos de pensão**. Belo Horizonte: Decálogo, 2007.
- DIMSON, E.; MARSH, P.; STAUNTON, M. **Triumph of the optimists: 101 years of global investment returns**. New Jersey: Princeton University Press, 2002.
- FERNANDES, R.; GREMAUD, A. Regime de previdência dos servidores públicos: equilíbrio financeiro e justiça atuarial. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 32. **Anais....** João Pessoa - PB, ANPEC, 2004.
- JUNGBLUT, C. Fazenda bate pé sobre novo fundo. **O globo**, Rio de Janeiro, 30 nov. 2011.
- MADDISON, A. **World population, GDP and per capita GDP, 1-2008 AD**, 2011. Arquivo Excel. Disponível em: <<http://www.ggd.net/maddison/>>. Acesso em: 6 fev. 2012.
- MPAS – MINISTÉRIO DA PREVIDÊNCIA E ASSISTÊNCIA SOCIAL. Secretaria de Previdência Complementar. **Informe estatístico**, dez. 2008.
- MPOG – MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO. **Boletim estatístico de pessoal**, jan. 2012.
- OLIVEIRA, F.; BELTRÃO, K.; MANIERO, L. **Alíquotas equânimes para um sistema de seguridade social**. IPEA, 1997 (Texto para Discussão, n. 524).
- OLIVEIRA, F.; BELTRÃO, K.; PASINATO, M. T. Proteção social e equidade: uma proposta para o seguro social. **Pesquisa e planejamento econômico**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 2, ago. 1998.
- PALACIOS, R.; WHITEHOUSE, E. **Civil-service pension schemes around the world**. Washington: World Bank, 2006 (Social Protection Discussion Paper, n. 0602).

PINHEIRO, R. P. **A demografia dos fundos de pensão**. Brasília: Ministério da Previdência Social, Secretaria de Políticas de Previdência Social, 2007 (Coleção Previdência Social).

PINHEIRO, V. Previdência dos servidores públicos: custos concentrados, benefícios difusos. **Conjuntura econômica**, Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas, v. 55, n. 9, set. 2001.

\_\_\_\_\_. Reforma da previdência: uma perspectiva comparada. In: GIAMBIAGI, F.; REIS, J. G.; URANI, A. (Org.). **Reformas no Brasil**: balanço e agenda. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2004.

RANGEL, L.; VAZ, F.; FERREIRA, J. Desigualdade na distribuição de renda: enfoque nas aposentadorias e pensões públicas. **Informe de previdência social**, Ministério da Previdência Social, v. 21, n. 5, 2009.

RODRIGUES, J. A. **Gestão de risco atuarial**: gestão da previdência com estudos atuariais. São Paulo: Saraiva, 2008.

SHARPE, W. Budgeting and monitoring pension fund risk. **Financial analysts journal**, v. 58, p. 74-86, 2002.

SHERRIS, M. Portfolio selection and matching: a synthesis. **Journal of the institute of actuaries**, v. 119, n. 1, 1992.

SILVEIRA, F. **Tributação, previdência e assistência social**: impactos distributivos. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Instituto de Economia, Campinas, 2008.

SOUZA, A. *et al.* Impactos fiscais da reforma da previdência social no Brasil. **Pesquisa e planejamento econômico**, Rio de Janeiro, v. 36, n. 1, abr. 2006.

TAFNER, P.; GIAMBIAGI, F. (Org.). **Previdência no Brasil** – debates, dilemas e escolhas. Rio de Janeiro: Ipea, 2007.

VELLOSO, R.; MENDES, M. Ajuste fiscal inteligente: controlando a inflação e preparando o crescimento de longo prazo. In: REIS VELLOSO, J. P. (Org.). **China, Índia e Brasil**: o país na competição do século. Rio de Janeiro: José Olympio, Fórum Nacional, 2011.

WINKLEVOSS, H. E. **Pension mathematics with numerical illustrations**. 2nd ed. Philadelphia: Wharton School of the University of Pennsylvania, published by Pension Research Council, 1993.

ZAMBITTE, F. **A Previdência social no estado contemporâneo** – fundamentos, financiamento e regulação. Rio de Janeiro: Impetus, 2011.

ZENIOS, S. A.; ZIEMBA, W. T. (Ed.). **Handbook of asset and liability management**: theory and methodology. Amsterdam: North-Holland, 2007a.

\_\_\_\_\_. **Handbook of asset and liability management**: applications and case studies. Amsterdam: North-Holland, 2007b.

(Originais submetidos em 28 de junho de 2012. Última versão recebida em 12 de março de 2013. Aprovada em 16 de abril de 2013.)

# ANÁLISE SISTÊMICA DO SETOR DE SERVIÇOS NO BRASIL PARA O ANO DE 2005\*

Marcílio Zanelli Pereira\*\*

Suzana Quinet de Andrade Bastos\*\*\*

Fernando Salgueiro Perobelli\*\*\*\*

O presente trabalho tem como objetivo fazer uma análise sistêmica do setor de serviços e, para tal, faz uso de técnicas de insumo-produto. Para isto, algumas atividades pertencentes aos setores de serviços da matriz insumo-produto do ano de 2005 foram desagregadas. Foram utilizados os dados da Pesquisa Anual de Serviços (PAS) e, para que a matriz insumo-produto ficasse consistente, foi aplicado o método RAS. A matriz desagregada foi composta por 65 setores, sendo 24 de serviços. Com a matriz mais desagregada, observou-se que os setores de serviços apresentaram alta capacidade de geração de emprego e baixa capacidade na geração do produto. Destaca-se, também, a inexistência de setores de serviços como setor-chave para a economia. Os setores de serviços mostraram ter, em grande parte, um baixo poder de compra e venda de insumos para o restante dos setores da economia e, na maioria das vezes, a compra e venda se dá de forma concentrada em poucos setores. Percebeu-se que os elos dentro dos setores de serviços se mostraram abaixo da média da economia, enquanto os elos entre os setores industriais mostraram-se muito fortes. Quando foram hipoteticamente retirados os setores de serviços da economia, observou-se que estes impactavam em maior quantidade no produto dos setores industriais, mostrando a importância que os setores de serviços apresentam na economia.

**Palavras-chave:** setor de serviços; insumo-produto; interação setorial.

JEL: L80; R15.

## 1 INTRODUÇÃO

O setor de serviços, também conhecido como setor terciário, foi tratado como setor improdutivo até os anos 1930 e 1940 do século XX. Seu papel era apenas complementar aos setores primário e secundário, já que estes fornecem os produtos necessários ao setor terciário. Ao longo do tempo, o setor de serviços passou a ser motivo de estudos, principalmente a partir de meados do século XX, devido a crescentes aumentos na participação do setor terciário no produto total dos países (Banco Mundial, 2013).

---

\* Os autores agradecem o financiamento recebido pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) para a realização desta pesquisa.

\*\* Professor da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)/Campus Governador Valadares e doutorando em Economia Aplicada da Faculdade de Economia (FE)/UFJF.

\*\*\* Professora-associada do Programa de Pós-graduação em Economia Aplicada da FE/UFJF e pesquisadora do CNPq e da FAPEMIG.

\*\*\*\* Professor-associado do Programa de Pós-graduação em Economia Aplicada da FE/UFJF e bolsista de Produtividade em Pesquisa/CNPq e do Programa Pesquisador Mineiro (PPM).

Para Kon (1999), as atividades de serviços na economia mundial contemporânea facilitam as transações econômicas, proporcionando os insumos essenciais ao setor manufatureiro e permitindo efeitos “para trás e para frente” na cadeia produtiva. A autora cita Riddle (1986) na afirmativa de que os serviços são a “cola que mantém integrada qualquer economia”. Entretanto, mesmo que na atualidade grande parte das economias seja orientada para os serviços, este setor é o de menor compreensão, apesar de nenhuma economia sobreviver sem um setor de serviços organizado.

Seguindo o mesmo raciocínio, Alonso (2005) destaca ser o setor de serviços fundamental para o funcionamento da economia, principalmente em grandes aglomerações urbanas, mas salienta ter havido uma negligência com a atividade terciária. Uma explicação para isso vem do fato de ser difícil a medição e conceituação do setor, resultado de sua grande heterogeneidade. A complexidade da estrutura do setor provoca fronteiras “nebulosas” entre as atividades e a dificuldade de compreensão e medição desestimula os pesquisadores, embora não reduza a importância do setor. De acordo com Kuznets (1983), a evolução da participação do setor terciário no produto nacional dos países desenvolvidos pode ser dividida em dois períodos. O primeiro vai de 1800 até 1950, no qual o crescimento econômico era liderado pela indústria, e o período pós-1960, quando o setor de serviços passa a ganhar expressão econômica. Em termos numéricos, no primeiro período, a participação do setor situou-se em torno de 30%, enquanto a indústria chegou ao final da década de 1950 com metade da participação da produção total. No segundo período, as posições se invertem, sendo que o setor terciário passou a responder, em média, por 65% do produto total no final dos anos 1990, enquanto a participação da indústria situou-se entre 20% e 30% do produto.

Em 2009, segundo dados do Banco Mundial (2013), a participação do setor de serviços era de quase 80% do Produto Interno Bruto (PIB) francês e na Alemanha foi de 71% do produto total em 2010. No caso brasileiro, mesmo não se tratando de um país desenvolvido, a participação no produto do setor de serviços é bastante elevada, com 67% do PIB de 2011.

Para Castells (1999) foi a evolução do capitalismo que fez com que surgissem novas atividades, e foi, principalmente, o setor de serviços que absorveu a mão de obra excedente da agricultura e da indústria. Segundo o autor, a partir dos anos 1970, com a passagem do fordismo para o regime de acumulação flexível, grande parte dos empregos industriais tradicionais foi sendo substituída por novos empregos nas indústrias de alta tecnologia, as quais necessitam de uma mão de obra em menor quantidade, porém com maior qualificação, e o setor terciário foi importante na absorção dos trabalhadores menos qualificados. Nesta nova sociedade, denominada por Bell (1973) pós-industrial, o setor de serviços é o principal

responsável pelo desenvolvimento econômico, que substitui em importância a produção de bens.

Cohen e Zysman (1987) afirmam que não é possível dissociar serviços e indústria. Esta ligação entre os setores faz com que a dinâmica de um cause impacto na dinâmica do outro setor. Pode-se dizer, então, que há uma simbiose entre os setores e isto dificulta a análise separada dos mesmos.

Nos países subdesenvolvidos e em desenvolvimento também há um crescimento do setor de serviços no século XXI, entretanto Silva e Meirelles (2008) destaca diferenças na composição do setor nos países desenvolvidos e em desenvolvimento, já que as características técnicas e a mão de obra empregada diferenciam em muito os grupos de países. No Brasil, a participação do setor de serviços no PIB aumentou com o passar dos anos.

Em 1970 o setor terciário apresentava pouco mais da metade da participação, enquanto o setor industrial representava 36% do PIB. Em 2010, o setor terciário aumenta sua participação no PIB e representa mais de dois terços do produto total do país, enquanto os outros dois setores apresentam quedas, em destaque o setor industrial que perde, aproximadamente, 10% da participação total no PIB durante estes quarenta anos. A participação do setor primário sofreu pequenas alterações, ficando sempre abaixo dos outros setores, porém apresenta uma trajetória declinante (IBGE, 2011a).

Dentro deste contexto, o objetivo deste trabalho é fazer uma análise sistêmica do setor de serviços no Brasil para o ano de 2005. Em outras palavras, tentar responder, por exemplo, às seguintes indagações: *i*) com o crescimento da demanda final da economia, há diferenças entre os setores de serviços e os demais setores da economia com relação ao aumento do produto e do emprego? *ii*) como é a demanda por insumos dos setores de serviços pelas atividades relacionadas aos setores industrial e agropecuário? *iii*) qual a estrutura de interações entre o setor de serviços e os demais setores produtivos da economia? *iv*) qual o impacto de variações na produção do setor de serviços sobre a produção dos outros setores da economia?

Para responder a tais perguntas, este trabalho faz uso da metodologia de insumo-produto. As discussões sobre multiplicadores de produto e emprego são necessárias para responder à primeira indagação. Para os demais questionamentos, utiliza-se o método do encadeamento produtivo, sendo que os *linkages* para trás, para frente e a dispersão dos índices respondem à segunda pergunta. O campo de influência é necessário para analisar o terceiro questionamento, e o método de extração possibilita responder à quarta indagação.

Para a análise das interações do setor de serviços, e considerando a dificuldade na divisão dos setores, torna-se necessário desagregar algumas atividades pertencentes

ao setor de serviços presentes na matriz insumo-produto do ano de 2005, disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Esta desagregação possibilita uma análise mais detalhada da inter-relação entre os setores. A matriz com um maior número de atividades, ao incorporar mais divisões do setor terciário, melhora a análise sistêmica deste setor. Para a desagregação, utilizam-se um banco de dados auxiliar, a Pesquisa Anual de Serviços (PAS) e o método RAS.<sup>1</sup>

Além desta parte introdutória, este artigo conta com mais quatro seções. A segunda seção apresenta a dificuldade em definir e dividir os setores. A terceira seção traz a metodologia e a base de dados utilizada. A quarta seção é referente aos resultados encontrados e para finalizar são tecidas as considerações finais.

## 2 DIFICULDADES NA DIVISÃO DOS SETORES

De acordo com Silva Neto (2005), é difícil um consenso de quais atividades seriam inseridas no setor terciário devido às diversas características que apresentam as atividades do setor. Segundo aquele autor, Almeida e Silva (1973) ressaltam que as atividades primárias e secundárias podem ser medidas em unidades físicas, enquanto as terciárias são caracterizadas por apresentarem uma produção que, em geral, não são mensuráveis em unidades físicas. Assim, as classificações, normalmente, reproduzem a divisão feita por Clark e Fisher, na década de 1940, em que alocam no setor de serviços aquelas atividades que não se encaixam nos outros setores. Para os últimos autores, somente uma definição abstrata justificaria a inclusão dos produtos de restaurantes e governo em uma mesma categoria.

Como o setor terciário abrange muitas atividades que possuem características diversas, Porat (1977) sugeriu um quarto setor que concentrasse as atividades relacionadas com a produção do conhecimento (informação). Apesar das muitas teses contrárias a essa nova divisão, ao propor uma nova, o autor deixa clara a insatisfação com a divisão em apenas três setores, principalmente por ser este um setor de difícil mensuração e cada vez mais surgirem novas atividades relacionadas a ele.

No Brasil, o IBGE é responsável pela divisão das atividades econômicas, sendo a Comissão Nacional das Nações de Classificação (Concla) quem realiza a classificação, denominada Classificação Nacional das Atividades Econômicas (CNAE). A divisão brasileira é baseada na classificação das Nações Unidas, a International Standard Industrial Classification (ISIC), a qual é adotada por organismos multilaterais como a Organização das Nações Unidas (ONU), Banco Mundial, Fundo Monetário Internacional (FMI) entre outros.

---

1. Mais detalhes sobre o método RAS, ver Miller e Blair (2009).

O quadro 1 apresenta a divisão CNAE 2.0 desagregada em 21 atividades. As atividades das seções A e B pertencem ao setor primário. O setor secundário engloba as atividades das seções C, D, E e F. O restante (resíduo) pertence ao setor terciário.

QUADRO 1  
Divisão da CNAE 2.0

| Seção | Divisão CNAE   | Seção | Divisão CNAE  |
|-------|--|-------|---|
| A     | Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura   | L     | Atividades imobiliárias   |
| B     | Indústrias extrativas  | M     | Atividades profissionais, científicas e técnicas                  |
| C     | Indústrias de transformação                                      | N     | Atividades administrativas e serviços complementares              |
| D     | Eletricidade e gás   | O     | Administração pública, defesa e seguridade social                 |
| E     | Água, esgoto, atividades de gestão de resíduos e descontaminação | P     | Educação  |
| F     | Construção   | Q     | Saúde humana e serviços sociais                                   |
| G     | Comércio; reparação de veículos automotores e motocicletas       | R     | Artes, cultura, esporte e recreação                               |
| H     | Transporte, armazenagem e correio                                | S     | Outras atividades de serviços                                     |
| I     | Alojamento e alimentação   | T     | Serviços domésticos   |
| J     | Informação e comunicação   | U     | Organismos internacionais e outras instituições extraterritoriais |
| K     | Atividades financeiras, de seguros e serviços relacionados       |       |   |

Fonte: CNAE/IBGE (2011b).

Como pode ser observado, o setor de serviços é muito abrangente, sendo constituído de atividades que não agregam valor ao produto, como é o caso do comércio, até atividades que exigem mão de obra extremamente qualificada, como é o caso das atividades profissionais, científicas e técnicas, em que o conhecimento é o elemento ofertado aos clientes. Também pertencem ao setor de serviços as atividades financeiras, de seguros e serviços relacionados, que englobam o sistema financeiro do país ficando, então, o Banco Central do Brasil (BCB) incluído nesta seção. Esta heterogeneidade do setor causa divergência nas classificações e é alvo de críticas.

A classificação ISIC recebeu algumas críticas. Almeida e Ribeiro (2004) afirmam que, enquanto as atividades agropecuárias e industriais são facilmente identificadas e enquadradas, as demais atividades que apresentam alguma dificuldade de identificação são distribuídas nas diferentes seções do setor de serviços, sendo os critérios de distribuição pouco rigorosos e, às vezes, contraditórios. Segundo os autores, o setor de serviços contém atividades relacionadas à produção, como transporte, armazenagem, comunicações, e atividades ligadas à saúde, à educação, às atividades financeiras, entre outros. Portanto, pela classificação,

é um setor que abrange atividades produtivas e improdutivas mostrando ser muito heterogêneo.

Para Marshall e Wood (1995), a metodologia da classificação ISIC é de cunho industrial e derivada de uma visão essencialmente material da economia, deixando as atividades de serviço em uma categoria residual. Os autores afirmam que existem equívocos quanto às características essenciais dos serviços e ao seu papel na dinâmica da economia, o que dificulta a sua classificação. Atividades relacionadas a informática e telecomunicações, ao provocarem mudanças na relação entre o consumidor e o produtor, transformam a natureza dos serviços, tornando mais complexo o papel do setor na economia e, conseqüentemente, sua classificação (Silva e Meirelles, 2006).

Almeida e Ribeiro (2004) analisam o papel do setor de transporte. Esta atividade desempenha um papel peculiar na economia, pois desloca os meios de trabalho e a força de trabalho. Portanto, a atividade de transporte pode ser classificada como indústria, mas com características diferentes da indústria de transformação, pois cria valor adicionado ao produto.

Segundo Silva e Meirelles (2005), os serviços de infraestrutura econômica como os de energia, telecomunicações, água, saneamento básico e transporte são a expressão máxima da importância econômica e da complexidade do setor. A autora destaca que estes serviços apresentam um caráter muito complexo, pois são baseados em uma rede física, que apresenta fortes interdependências tecnológicas internas e externas e possuem características como indivisibilidade, múltiplos usuários, altos volumes de investimentos, dentre outros. O fato de serem atividades intensivas em capital faz com que grande parte não seja classificada nas estatísticas oficiais no setor terciário, como é o caso dos serviços de distribuição de água e de energia elétrica.

Para Schmenner (1999), o padrão de classificação ISIC, ao considerar os serviços como uma parcela residual da economia, traz problemas de definição, como os serviços públicos de infraestrutura, que envolvem etapas típicas de operação industrial.

De acordo com Melvin (1995), há uma dificuldade em saber a verdadeira contribuição do setor terciário na economia. O setor de serviços facilita as operações de transações como, por exemplo, as atividades de transportes ou telecomunicações, ou facilita as operações no tempo, como é o caso dos serviços financeiros.

Para Hoekman e Matoo (2008), o papel do transporte na economia é facilitar as transações através do espaço, e o mesmo se espera das telecomunicações. A função dos serviços financeiros é facilitar as transações através do tempo e, segundo os autores, essas atividades garantem o dinamismo na economia. Em relação às

atividades financeiras, Levine (1997) acredita que estas reduzem os custos de transação e melhoram a alocação real dos recursos. Portanto, países com melhores sistemas financeiros apresentam maiores facilidades de crescimento econômico.

Para Kon (1997), os papéis dos serviços e das atividades secundárias da economia estão se tornando cada vez mais interdependentes. Em algumas indústrias, a divisão entre produção e serviços é difícil de estabelecer. A autora exemplifica, por meio de uma manufatura, que utiliza equipamentos de processamento de dados, sendo os insumos de serviços e *software* necessários para tornar operacional o processo produtivo, mas também influenciam o sucesso do produto no mercado.

Portanto, torna-se necessário um meio para analisar a economia de forma mais detalhada, com os setores de serviços da economia mais subdivididos. Este trabalho propicia essa análise, ao desagregar os setores de serviços da economia.

### 3 METODOLOGIA E BASE DE DADOS

Esta seção traz a estrutura de insumo-produto desenvolvida por Leontief, bem como as ferramentas usadas neste artigo, como multiplicadores, campo de influência, índices de ligação e método de extração. O banco de dados utilizado para alcançar os resultados também é detalhado nesta seção.

A metodologia de insumo-produto permite conhecer a estrutura de interações entre os setores da economia e, neste caso em especial, a interação do setor de serviços com os outros setores produtivos. Trabalhos que se utilizam da metodologia de insumo-produto, especialmente para o setor de serviços, não são muito numerosos na literatura brasileira. O quadro 2 traz um resumo dos principais trabalhos que utilizaram a metodologia de insumo-produto e obtiveram resultados para o setor de serviço.

QUADRO 2

### Resumo de trabalhos sobre o setor de serviços no Brasil que utilizaram a metodologia de insumo-produto

| Autor                                 | Resumo   |
|---------------------------------------|--|
| Fonseca e Ghilhoto (1987)             | Com dados das Matrizes Insumo-Produto (MIPs) de 1975, os autores analisam os efeitos de políticas governamentais sobre a produção setorial, distribuição de renda e absorção de mão de obra. Observam que, quando há aumento na demanda final de serviços, são alcançados os maiores multiplicadores da economia; entretanto, para uma melhor distribuição de renda, o setor da construção civil é o que deve ser incentivado com políticas públicas.  |
| Flores e Santos (1995)                | Os autores se utilizam das MIPs de 1970 e 1980 para analisar o setor de serviços da década de 1970. Ressaltam que, apesar do aumento do setor, o país não pode ser considerado uma economia baseada no setor terciário. Observam que os serviços intermediários cresceram acima da média dos demais segmentos dos serviços; entretanto, <b>concluem que os dados apresentam problemas devido à informalidade do setor de serviços.</b>   |
| Rocha (1999)                          | O autor utiliza dados das Contas Nacionais e de MIPs de 1985 a 1992 para analisar o setor terciário. Verifica que os setores em que é significativa a participação relativa da demanda intermediária são normalmente controlados por setores públicos, sendo estes responsáveis pelo crescimento do setor de serviços. Entre 1990 e 1992, os serviços têm uma redução de sua participação em face da diminuição dos serviços realizados pelo governo.  |
| Carvalho (2000)                       | O autor usa as matrizes intersetoriais para o período de 1990 a 1996 e observa que o aumento de importações, provocado principalmente pela política cambial e abertura comercial, teve impactos na economia por meio da redução em grande parte dos setores no número de empregos. O setor industrial é o mais afetado na queda de empregos devido à concorrência externa, e o setor de serviços é o que mais cresce no período.   |
| Hilgemberg e Guilhoto (2004)          | Os autores utilizam MIPs de 1990 a 1999 para estudar a estrutura econômica brasileira. Por meio da agregação dos dados em sete macrossetores observam que o setor agrícola obteve ganhos de produtividade, tendo aumentado sua participação na economia, mesmo com redução da quantidade de empregos ofertados. O setor industrial também apresenta queda na participação do emprego, enquanto o setor de serviços foi o grande gerador de empregos por ser um setor que, em geral, apresenta os menores salários.   |
| Kupfer e Freitas (2004)               | Os autores, ao fazerem uma análise estrutural da variação do emprego na economia brasileira entre 1990 e 2001, concluem que o setor de serviços concentrou a geração de empregos e que esta tendência deve permanecer nos próximos anos. Ressaltam o aumento nos serviços prestados às empresas (120%); entretanto, para continuar esse ritmo de crescimento, é fundamental a expansão no setor industrial demandando serviços empresariais.   |
| Matias (2006)                         | O autor estudou a evolução do setor de serviços por meio das MIPs de 1990, 1995, 2000 e 2003 com 42 setores, sendo nove de serviços. Observou que as atividades de serviços ganham destaque de acordo com a evolução apresentada dos índices estudados. Considera como setor-chave aqueles que obtiveram seis indicações entre os maiores valores para os diferentes indicadores, encontrando sete setores, sendo quatro de <b>serviços: comércio, administração pública, serviços privados não mercantis e serviços prestados às famílias.</b>  |
| Tupich Hilgemberg e Hilgemberg (2009) | Os autores comparam as transformações na estrutura produtiva e no emprego do setor de serviços prestados às empresas na década de 1990. Concluem que a abertura econômica e os planos econômicos de estabilização foram responsáveis pela queda da atividade nos setores agropecuário e industrial e pelo progressivo aumento no setor de serviços. Ressaltam a crescente participação relativa do produto e emprego dos serviços prestados às empresas na economia; entretanto, na análise dos três setores, observam que o setor agrícola é o que possui a maior capacidade de gerar empregos diretos. |
| Takasago <i>et al.</i> (2010)         | Os autores constroem uma MIP de Turismo para 2006 para verificar a relação do turismo com as demais atividades. Observam que os índices de ligação para trás do turismo apresentam valores maiores que os índices para frente, significando ser um setor que consome muito insumo dos outros setores da economia. Mostram também que o turismo é um alto gerador de emprego e, principalmente, de renda.   |
| Souza (2010)                          | A autora se utiliza de matrizes da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) de 2000 e 2005 para comparar a economia brasileira com as economias dos Estados Unidos e do Reino Unido. Para o Brasil, de acordo com o campo de influência, o setor de serviços é pouco integrado com o restante da economia. O comércio foi considerado o setor-chave da economia em 2000. O consumo de serviços por parte das famílias foi responsável pelo processo de terciarização.  |

Elaboração dos autores.

### 3.1 Metodologia de insumo-produto

De acordo com Miller e Blair (2009), um modelo de insumo-produto de uma região descreve os fluxos de bens e serviços dos setores medidos em termos monetários para um período de tempo em particular. O fluxo de bens entre os setores é o que proporciona uma visão mais ampla da economia, pois permite saber quais setores são os compradores e quais são os vendedores de produtos.

Considerando o modelo de insumo-produto, este pode ser representado de forma matricial pela expressão (1):

$$(I - A)X = Y \quad (1)$$

onde:  $I$  representa uma matriz de identidade  $n \times n$ ;

$A$  representa a matriz de coeficientes técnicos ou de coeficientes diretos;

$X$  representa o vetor do valor bruto da produção (VBP); e

$Y$  representa o vetor de demanda final.

Por meio da matriz de coeficientes técnicos são conhecidas as relações diretas entre os setores, ou seja, é possível calcular os efeitos diretos de um aumento da demanda final. Entretanto, para encontrar tanto os efeitos diretos como os indiretos de um aumento da demanda final, é necessário calcular a matriz inversa de Leontief. De (1) obtém-se:

$$X = BY \quad (2)$$

onde  $B = (I - A)^{-1}$  é a inversa de Leontief ou matriz de efeitos diretos e indiretos.

#### 3.1.1 Multiplicadores do produto e do emprego

Para Miller e Blair (2009), um multiplicador de produção para o setor  $j$  é definido como o valor total de produção de todos os setores da economia, que é necessário para satisfazer o valor de uma unidade monetária na demanda final do produto do setor  $j$ . O multiplicador de produção leva em conta os efeitos diretos e indiretos do produto. A equação (3) expressa o multiplicador de produção do setor  $j$ :

$$O_j = \sum_{i=1}^n b_{ij} \quad (3)$$

sendo que  $b_{ij}$  representa um elemento qualquer da matriz inversa de Leontief.

Para o cálculo do multiplicador simples de emprego é necessário ter a razão entre o fator trabalho e o VBP. A equação é descrita em (4):

$$W_{n+1,j} = \frac{e_j}{X_j} \quad (4)$$

sendo  $e_j$  o número de trabalhadores do setor  $j$ ; e  $X_j$  o valor bruto de produção do setor  $j$ .

A partir da expressão (4) e da matriz inversa de Leontief é possível estimar, para cada setor da economia, o quanto é gerado, direta e indiretamente, de emprego para cada unidade monetária produzida para a demanda final. Utiliza-se a equação (5), que pode ser chamada de multiplicador simples de emprego.

$$E_j = \sum_{i=1}^n W_{n+1,i} b_{ij} \quad (5)$$

### 3.1.2 Índices de ligação de Rasmussen-Hirschman, dispersão dos índices e campo de influência

De acordo com Guilhoto, Conceição e Crocomo (1996), seguindo Rasmussen (1956) e Hirschman (1958), utilizando a inversa de Leontief, pode-se determinar quais são os setores que têm maior poder de encadeamento na economia. Para isso, calculam-se os índices de ligações para trás (quanto um setor demanda insumos da economia) e os índices de ligação para frente (quanto um setor tem seus insumos demandados pelos outros setores). Quando o valor desses índices é maior que uma unidade, significa que são setores acima da média e chave para o crescimento da economia. São setores com grandes ligações com o restante da economia, portanto, um crescimento nesses setores traz benefícios acima da média para os demais setores da economia.

Tem-se  $b_{ij}$ , o elemento da matriz inversa de Leontief  $B$ . Adota-se  $B^*$  como a média de todos os elementos de  $B$ , sendo  $B_{*j}$  e  $B_{i*}$ , respectivamente, a soma de uma coluna e de uma linha da matriz  $B$ . Com esses valores, é possível encontrar os índices de ligação para frente e para trás que estão apresentados nas equações (6) e (7).

Índice de ligação para trás:

$$U_j = \frac{B_{*j}/n}{B^*} \quad (6)$$

Índice de ligação para frente:

$$U_i = \frac{B_{i*}/n}{B^*} \quad (7)$$

Segundo Bulmer-Thomas (1982) *apud* Casimiro Filho (2002), os índices de ligações de Rasmussen-Hirschman podem ser complementados pelos índices de dispersão. Aqueles indicam as forças de oferta e demanda de um dado setor, e estes são um indicador de distribuição dessas forças. Para os autores, os índices de dispersão possibilitam interpretar como um impacto setorial se distribui para os demais setores. O cálculo das dispersões dos índices é dado pelas expressões (8) e (9).

Dispersão do índice de ligação  
para trás:

$$V_j = \frac{\sqrt{\frac{\sum_i^n \left( b_{ij} - \frac{B_{*j}}{n} \right)^2}{n-1}}}{B_{*j}/n} \quad (8)$$

Dispersão do índice de ligação  
para frente:

$$V_i = \frac{\sqrt{\frac{\sum_i^j \left( b_{ij} - \frac{B_{ij}}{n} \right)^2}{n-1}}}{B_{i\cdot}/n} \quad (9)$$

Para Haddad *et al.* (1989), a dispersão dos índices de ligações para trás e para frente auxilia na identificação da inter-relação de um setor com os demais, ou seja, verifica-se a capacidade de dispersão nos demais setores decorrente do impacto em um setor. Quando há um baixo valor na dispersão do índice de ligação para trás, tem-se que um impacto de uma variação na produção de um determinado setor tende a estimular os demais setores de maneira uniforme. Se o valor for alto, significa que o impacto irá se concentrar em poucos setores, ou seja, será heterogêneo. Na análise da dispersão do índice de ligação para frente, de acordo com Casimiro Filho (2002), um alto valor indica que a demanda por esse setor irá se concentrar em poucos setores, caso contrário, para baixos valores, o setor é demandado pelos demais de maneira uniforme.

Para Guilhoto *et al.* (1994), apesar de os índices apresentarem a importância dos setores, eles não mostram os principais elos dentro da economia. Ou seja, não mostram quais coeficientes, se fossem alterados, teriam um maior impacto na economia. Daí surge o conceito de campo de influência, visto que este descreve como se distribuem as mudanças dos coeficientes diretos no sistema econômico, possibilitando determinar quais relações entre os setores seriam mais importantes no processo produtivo. Define-se  $E = |\varepsilon_{ij}|$  como a matriz de variações incrementais nos coeficientes diretos de insumo.

Sendo:  $A = |a_{ij}|$  a matriz de coeficientes diretos; e

$B = (1 - A)^{-1} = |b_{ij}|$  a matriz inversa de Leontief ou matriz de requerimentos totais.

Então, a matriz inversa de Leontief pode ser escrita como:

$$B(\varepsilon) = [1 - A - \varepsilon]^{-1}$$

Quando a situação da variação for pequena e só ocorrer num coeficiente direto, ou seja:

$$\varepsilon_{ij} = \begin{cases} \varepsilon & i = i_1, j = j_1 \\ 0 & i \neq i_1, \text{ ou } j \neq j_1 \end{cases} \quad (10)$$

O campo de influência desta variação pode ser aproximado por (11):

$$F(\varepsilon_{ij}) = \frac{[B(\varepsilon_{ij}) - B]}{\varepsilon_{ij}} \quad (11)$$

sendo  $F(\varepsilon_{ij})$  uma matriz ( $n \times n$ ) do campo de influência do coeficiente  $a_{ij}$ .

Para determinar quais seriam os coeficientes que possuem maior campo de influência, associa-se a cada matriz  $F(\varepsilon_{ij})$  um valor que está expresso em (12).

$$S_{ij} = \sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^n [f_{kl}(\varepsilon_{ij})]^2 \quad (12)$$

sendo  $S_{ij}$  o valor associado à matriz  $F(\varepsilon_{ij})$ , os coeficientes que possuírem os maiores valores de  $S_{ij}$  serão os com maior campo de influência dentro da economia.

### 3.1.3 Método de extração

De acordo com Haddad, Perobelli e Santos (2005), o método de extração hipotética é uma forma de calcular os *linkages* em uma economia. Dietzenbacher, Van Der Linden e Steenge (1993) ressaltam que o método de extração hipotética permite quantificar a interdependência entre setores e regiões. Para isto é necessário isolar um dos  $n$  setores ou regiões pertencentes à MIP.<sup>2</sup> Dessa forma, torna-se possível calcular os efeitos para trás (origem das compras) de um setor, já que todos os bens intermediários que este setor compra são hipoteticamente extraídos.

2. Como um dos objetivos deste artigo é calcular os *linkages* dos setores de serviços, o isolamento será feito por setores pertencentes ao setor de serviços.

A extração é feita setor por setor, podendo, desta forma, saber como a produção de um determinado setor afeta a produção do mesmo setor ou de outros setores na economia. Torna-se possível, portanto, encontrar a dependência que esse setor apresenta sobre os demais setores da economia, e quanto menor for o produto, maior será a interdependência.

Considerando um modelo de insumo-produto com  $n$  setores produtivos, o vetor coluna de produção é particionado de acordo com a equação (13). O vetor de demanda final também pode ser particionado dessa forma.

$$X = (X^1, \dots, X^i, \dots, X^n) \quad (13)$$

onde:

$$X^i = (X_1^i, \dots, X_j^i, \dots, X_n^i)'$$

sendo os setores representados por  $i, j = 1, \dots, n$ .

A matriz de coeficientes é construída da seguinte forma:

$$A = \begin{bmatrix} A^{11} & \dots & A^{1R} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ A^{R1} & \dots & A^{RR} \end{bmatrix} \quad (14)$$

O método de extração considera o efeito do isolamento hipotético de um setor sobre o produto do restante da economia. Ao extrair o primeiro setor pode-se escrever:  $X = (X^1, X^R)'$  com  $X^R = (X^{2'}, \dots, X^{i'}, \dots, X^{N'})$  como um vetor coluna em que o índice  $R$  representa os setores restantes da economia. Obtém-se, de forma similar:

$$A = \begin{bmatrix} A^{11} & A^{1R} \\ A^{R1} & A^{RR} \end{bmatrix} \quad (15)$$

Com a extração hipotética de um setor, o modelo da equação (1) apresenta a forma da equação (16).

$$\bar{X}^R = A^{RR} \bar{X}^R + Y^R \quad (16)$$

em que  $\bar{X}^R$  é o vetor que representa o produto do restante da economia para o modelo reduzido. A equação (17) apresenta a solução para o modelo reduzido.

$$\bar{X}^R = (I - A^{RR})^{-1} Y^R \quad (17)$$

Tem-se que  $X^R - \bar{X}^R$  representa o efeito da extração de um setor com o restante da economia. Essa diferença, calculada setor por setor, permite visualizar o efeito que uma extração do setor de serviços traz para o restante da economia. Para saber esse efeito, há a necessidade de calcular a inversa da matriz particionada resultando em (18).

$$X^R - \bar{X}^R = B^{R1} Y^1 + [B^{RR} - (I - A^{RR})^{-1}] Y^R \quad (18)$$

De acordo com Perobelli, Haddad e Domingues (2006), a expressão (18) pode ser dividida em duas partes, sendo que  $(B^{R1} Y^1)$  descreve a produção no restante da economia que é necessária para satisfazer a demanda final  $Y^1$  no setor 1.

A expressão  $[B^{RR} - (I - A^{RR})^{-1}] Y^R$  representa a produção no restante da economia  $L^{RR} Y^R$  que é necessária para satisfazer a demanda final no resto da economia  $Y^R$ .

Rearranjando a expressão (18), obtém-se a equação (19).

$$X^R - \bar{X}^R = (I - A^{RR})^{-1} A^{R1} B^{11} [Y^1 + A^{1R} (I - A^{RR})^{-1} Y^R] \quad (19)$$

Para Perobelli, Haddad e Domingues (2006), a equação (19) facilita a análise dos efeitos para trás contidos na expressão. Tem-se que, para satisfazer a demanda final  $Y^1$  no setor 1, este setor deve produzir  $B^{11} Y^1$ . Entretanto, o setor 1 não tem todos os insumos necessários para chegar a esse nível de produto. É necessário que o setor 1 adquira insumos de outros setores, sendo uma quantidade de insumos igual a  $A^{R1} B^{11} Y^1$ . Para ofertar tais insumos, a produção no restante da economia deve ser  $(I - A^{RR})^{-1} A^{R1} B^{11} Y^1$ . A mesma análise pode ser feita para o lado da demanda da economia,  $Y^R$ .

Rearranjando os termos das equações anteriores e mudando os sobrescritos 1 e R, chega-se à equação (20).

$$X^1 - \bar{X}^1 = (I - A^{11})^{-1} A^{1R} B^{RR} [Y^R + A^{R1} (I - A^{11})^{-1} Y^1] \quad (20)$$

Com o resultado da equação (20), tem-se que o vetor  $X^1 - \bar{X}^1$  mede a dependência para trás do restante da economia em relação ao setor 1.

### 3.2 Base de dados

A MIP para o ano 2005, que é disponibilizada pelo IBGE, está fundamentada em uma estrutura setor x setor apresentando 55 setores da economia, sendo 13 pertencentes ao setor de serviços (anexo A). Para trabalhar com um setor de serviços mais desagregado, utiliza-se a PAS de 2005, que também é disponibilizada pelo IBGE (anexo B).

Não há compatibilidade direta entre as atividades encontradas na MIP disponibilizadas pelo IBGE com as atividades divulgadas pela PAS. Exemplo disso é a atividade outras atividades de serviço (7) contida na PAS, na qual está inclusa a atividade esgoto, coleta, tratamento e disposição de resíduos e recuperação de materiais, que não apresenta correspondência com algum setor da matriz. Desta forma, este trabalho não fará uso de todas as atividades utilizadas na PAS.

Outros setores, como o de transporte, armazenagem e correio (43), da MIP, são desagregados utilizando a PAS na atividade transportes, serviços auxiliares aos transportes e correio (4). Também são desagregados os setores serviços de alojamento e alimentação (48), serviços de informação (44), serviços imobiliários e aluguel (46) que pertencem à matriz do IBGE, utilizando dados da PAS com as atividades serviços prestados às famílias (1), serviços de informação (2) e atividades imobiliárias (5), respectivamente. As desagregações foram feitas pelo método RAS.

#### 3.2.1 Metodologia RAS

De acordo com Miller e Blair (2009), como é difícil obter todos os coeficientes técnicos e em todos os anos, a metodologia RAS requer menos informações que as obtidas nas MIPs, e utiliza informações de pesquisas parciais. Além disso, a metodologia RAS é utilizada para o balanceamento de matrizes de anos ou regiões cujos dados não estão completamente desenvolvidos.

Para Czamanski e Malizia (1969) *apud* Leite e Pereira (2010), o emprego do método RAS nas MIPs foi inicialmente realizado por Leontief (1941), objetivando identificar as fontes de mudança nos coeficientes da tabela de insumo-produto de um determinado país. Todavia, o algoritmo RAS foi desenvolvido por Stone (1963) e aperfeiçoado por Bacharach (1970) por meio da pré-multiplicação da matriz de coeficientes técnicos  $A$  pelo vetor de ajuste  $R$  e na pós-multiplicação por outro vetor de ajuste  $S$ .

Em termos metodológicos, inicialmente é necessário criar uma forma de desagregação. Portanto, aquele setor que está com seus valores agregados será dividido em outros setores e, depois de feita essa desagregação, será aplicada a técnica RAS.

Para facilitar a compreensão do procedimento, parte-se de uma economia com três setores. O objetivo é subdividir o setor de serviços em dois outros setores de serviços. A matriz de fluxos intersetoriais inicial apresenta a forma da expressão (21):

$$x = \begin{matrix} & x_{11} & x_{12} & x_{13} \\ x_{21} & & x_{22} & x_{23} \\ x_{31} & & x_{32} & x_{33} \end{matrix} \quad (21)$$

Tem-se, portanto, que a matriz quadrada 3 x 3 apresentada em (21) passa a ser uma matriz quadrada 4 x 4, já que são utilizados quatro setores. Para isto, é feita uma ponderação entre os setores, o que para a construção dos novos fluxos intersetoriais é necessário o VBP para os setores 3 e 4, ou seja, o antigo setor de serviços deve conter informações desagregadas para formar os dois novos setores de serviços. Como isso não é possível de se obter nas Contas Nacionais, o VBP é buscado de outros bancos de dados e a metodologia RAS objetiva dar consistência à nova matriz. Os novos fluxos intersetoriais são encontrados conforme as expressões (22), (23), (24) e (25).

$$x_{i3}^A = \left( \frac{VBP^{A^*}}{VBP^{A^*} + VBP^{B^*}} \right) x_{i3} \quad (22)$$

$$x_{i4}^B = \left( \frac{VBP^{B^*}}{VBP^{A^*} + VBP^{B^*}} \right) x_{i3} \quad (23)$$

$$x_{3j}^A = \left( \frac{VBP^{A^*}}{VBP^{A^*} + VBP^{B^*}} \right) x_{3j} \quad (24)$$

$$x_{4j}^B = \left( \frac{VBP^{B^*}}{VBP^{A^*} + VBP^{B^*}} \right) x_{3j} \quad (25)$$

sendo  $VBP^*$  o valor bruto de produção dos setores no banco de dados da PAS, que é o banco de dados auxiliar utilizado neste trabalho.

Com a construção dos fluxos intersetoriais advindos das expressões (22), (23), (24) e (25), elabora-se a matriz quadrada 4 x 4 apresentada em (26).

$$x = \begin{matrix} & x_{11} & x_{12} & x_{13}^A & x_{14}^B \\ x_{21} & & x_{22} & x_{23}^A & x_{24}^B \\ x_{31}^A & & x_{32}^A & x_{33}^A & x_{34}^A \\ x_{41}^B & & x_{42}^B & x_{43}^B & x_{44}^B \end{matrix} \quad (26)$$

Para se chegar à matriz de coeficientes técnicos correspondente, utiliza-se a metodologia de quociente locacional.<sup>3</sup> O quociente locacional foi utilizado nos setores que foram desagregados, ou seja, os coeficientes técnicos dos novos setores de serviços sairão do resultado da expressão (27).

$$\text{Se } QL \geq 1 \Rightarrow a_{ij} = 0$$

$$\text{Se } QL < 1 \Rightarrow a_{ij} = (1 - QL)a_{ij}^* \quad (27)$$

em que

$$QL = \frac{\frac{x_{ij}}{\sum_i x_j}}{\frac{\sum_j x_i}{\sum x_{ij}}}$$

O valor encontrado no coeficiente técnico  $a_{ij}^*$  refere-se ao quociente dos fluxos intersetoriais dados pela equação (26) e o VBP da MIP.<sup>4</sup>

Com o resultado da expressão (27), tem-se a matriz quadrada 4 x 4. Forma-se, portanto, a matriz de coeficientes técnicos  $A(0)$  apresentada em (28).

$$A(0) = \begin{bmatrix} a_{11}(0) & a_{12}(0) & a_{13}(0) & a_{14}(0) \\ a_{21}(0) & a_{22}(0) & a_{23}(0) & a_{24}(0) \\ a_{31}(0) & a_{32}(0) & a_{33}(0) & a_{34}(0) \\ a_{41}(0) & a_{42}(0) & a_{43}(0) & a_{44}(0) \end{bmatrix} \quad (28)$$

Entretanto, há uma diferença entre a matriz de coeficientes técnicos  $A(0)$  e a matriz de coeficientes técnicos  $A(1)$ , formada pela divisão dos fluxos intersetoriais pelo VBP\* (encontrado em banco de dados auxiliares).

O objetivo do método RAS é ter os valores dos coeficientes técnicos da matriz  $A(0)$  iguais aos valores encontrados em  $A(1)$ . Para isto, tem-se a matriz de fluxos intersetoriais  $x(1)$  e o  $VBP^*$ ; com esses valores é possível chegar à matriz de coeficientes técnicos  $A(1)$ .

3. Esse método é tradicionalmente usado para as estimações de MIPs inter-regionais como nos trabalhos de Haddad (1999), Haddad e Domingues (2001) e Porsse, Haddad e Ribeiro (2003).

4. A expressão dos coeficientes técnicos já foi discutida na subseção 3.1.

## 4 RESULTADOS

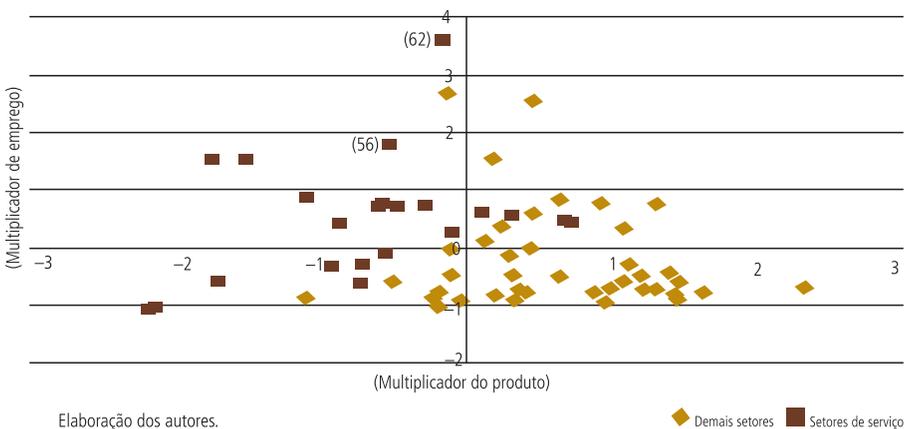
Os multiplicadores de produto e emprego e encadeamento produtivo (isto é, *linkages* para frente, para trás, campo de influência e método de extração) buscam analisar as interações do setor de serviços com os demais setores da economia.

### 4.1 Multiplicadores de produto e emprego

Os valores dos multiplicadores de emprego e produto para o ano 2005 podem ser visualizados no apêndice A. Para facilitar a comparação entre os setores de serviços e os demais, foi construído o gráfico 1 que apresenta a dispersão dos multiplicadores, com exceção do setor de comércio (42) devido ao alto valor do multiplicador de emprego cujo ponto no gráfico é 1,69; 4,14. A maioria dos setores de serviços se situa mais à esquerda, o que significa que os valores de seus multiplicadores do produto ficam abaixo da média. Excetuando o comércio (42), que obteve o terceiro maior valor para este multiplicador, os demais setores ocupam as últimas posições, sendo que das dez últimas posições nove são setores de serviços. Isto revela o fraco desempenho desses setores em gerar produto na economia.

GRÁFICO 1

#### Dispersão dos multiplicadores de emprego e produto (2005)



Ao analisar o multiplicador de emprego, observa-se que os setores de serviços se situam, em grande parte, na região mais alta, significando que apresentam valores acima da média. Além do setor de comércio (42), que apresenta o maior multiplicador de emprego da economia, o setor de outros serviços (62) e o de serviços de manutenção e reparação (56) também se destacam, ocupando as posições de segundo e quinto, respectivamente. Para o multiplicador de emprego, das dez primeiras posições, seis são de serviços. Portanto, o setor terciário demonstra alta capacidade de gerar emprego na economia brasileira no ano 2005.

O desempenho dos setores de serviços em gerar empregos vai ao encontro dos trabalhos de Castells (1999), Hilgemberg e Guilhoto (2004) entre outros, ou seja, demonstra que o setor de serviços é formado por setores intensivos em trabalho. Como foi ressaltado por Castells (1999), desde a década de 1970, o setor terciário foi responsável por absorver a mão de obra advinda de outros setores. Esta mesma conclusão foi encontrada na década de 1990 em Hilgemberg e Guilhoto (2004).

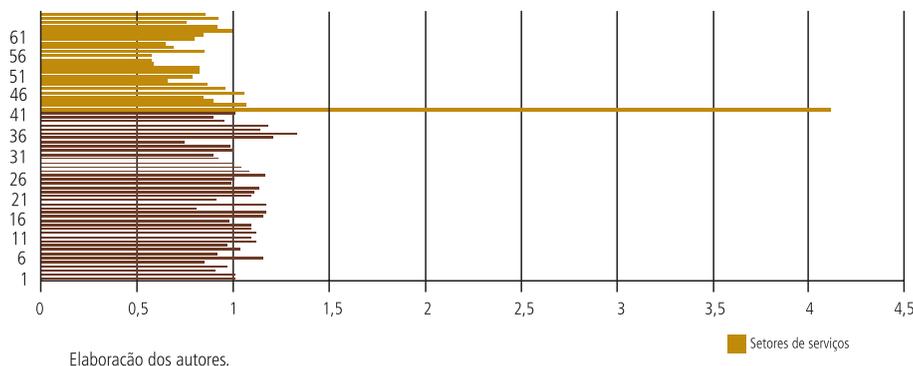
## 4.2 Índices de ligação para frente e para trás

Os resultados dos índices de ligação de Rasmussen-Hirschman podem ser visualizados no apêndice B. Os setores que apresentam índices de ligação para trás maior ou igual a 1 unidade podem ser considerados setores com alta demanda por produtos de outros setores. Pertencem a esses 25 setores, sendo três relacionados aos serviços: comércio (42); transporte ferroviário, metroviário (43); transporte aquaviário (46).

De acordo com o gráfico 2, a maior parte dos setores pertencentes aos serviços apresenta valores abaixo da média para esse índice e ocupa as últimas posições, como é o caso dos serviços imobiliários e aluguel – aluguel de veículos, máquinas e objetos pessoais e domésticos (55); e serviços imobiliários e aluguel – administração, corretagem e aluguel de imóveis de terceiros (54), que ocupam as duas últimas posições.

GRÁFICO 2

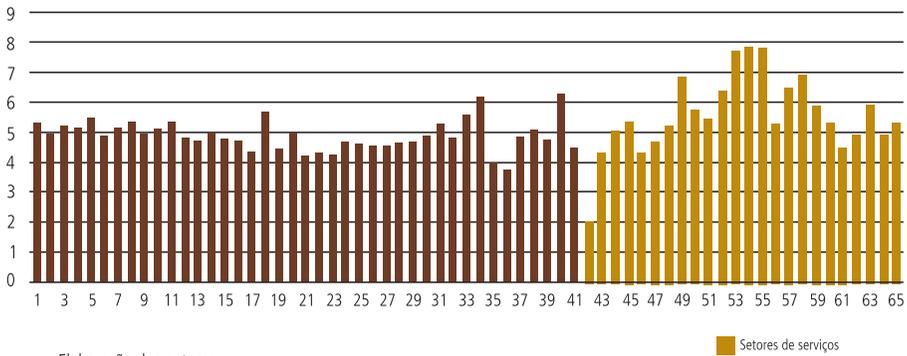
**Índice de ligação de Rasmussen-Hirschman para trás da economia brasileira, com 65 setores (para o ano de 2005)**



Quando se analisa a dispersão dos índices para trás dos 65 setores da economia (gráfico 3), observa-se que os maiores valores são dos setores de serviços. Os valores desse índice podem ser acompanhados no apêndice C. Elevados valores para a dispersão para trás indica que maior produção por estes setores não estimula os demais setores de maneira uniforme. Dos dez maiores valores para a dispersão do índice para trás, oito são setores de serviços, o que indica serem setores que, ao impactarem a economia, impulsionam poucos setores.

GRÁFICO 3

**Dispersão do índice de ligação de Rasmussen-Hirschman para trás da economia brasileira, com 65 setores (para o ano de 2005)**



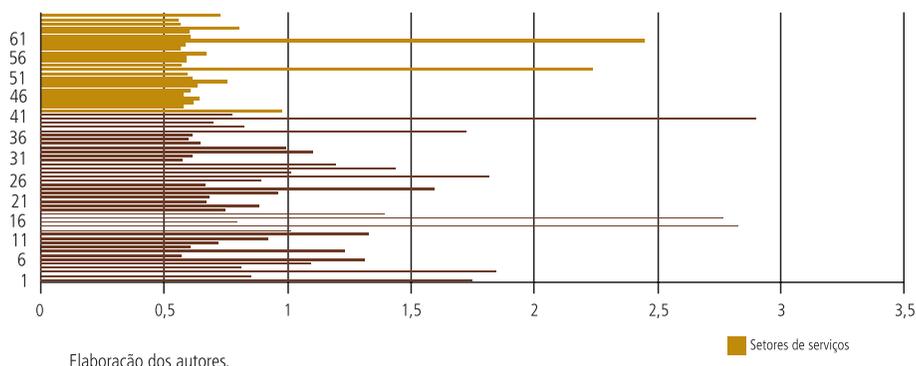
O setor de comércio (42) e o setor transporte ferroviário, metroviário (43) se destacam por possuírem baixos valores para a dispersão para trás, sendo que o primeiro registra o valor mais baixo da economia e o segundo o sexto mais baixo. Dessa forma, estes setores se apresentam como bastante articulados com o restante da economia.

Em relação ao índice de ligação de Rasmussen-Hirschman para frente, os resultados também podem ser acompanhados no apêndice B. Neste caso, valores altos do índice indicam que o setor tem maior quantidade de insumos demandados pelos outros setores.

De acordo com o gráfico 4, foram vinte os setores que apresentaram valores maiores ou igual a 1 unidade, portanto, considerados setores que possuem elevado poder de venda, tendo maior influência sobre sua oferta de produtos para os outros setores. Apenas dois setores de serviços se destacaram com elevados valores para esse índice: serviços prestados às empresas (59) e intermediação financeira e seguros (52). O setor de serviços prestados às empresas apresenta o quarto maior valor e o setor de intermediação financeira e seguros (52), o quinto maior valor do índice na economia.

Quando se faz uma comparação dos valores obtidos nos índices de ligação de Rasmussen-Hirschman para trás e para frente, observa-se que os valores do índice para trás são, em grande parte, maiores quando comparados com os para frente entre os setores de serviços. Tem-se, então, que os setores de serviços mostram que consomem maior quantidade de insumos dos outros setores da economia e fornecem uma menor quantidade de insumos para os demais setores. Esta conclusão foi encontrada em Rocha (1999), quando o autor destaca a reduzida função na produção de insumos dos setores de serviços.

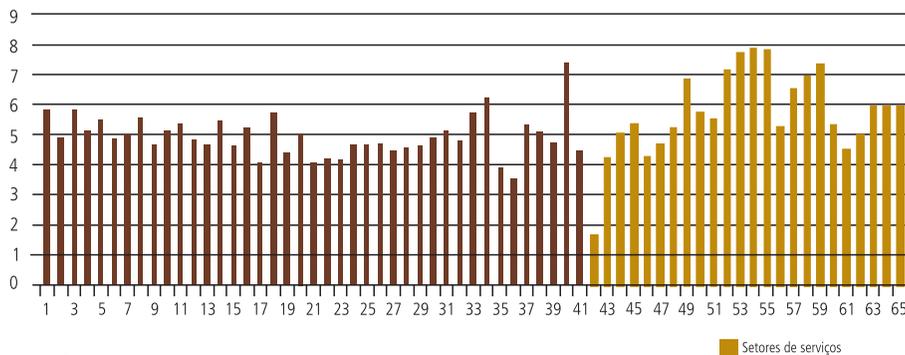
GRÁFICO 4  
**Índice de ligação de Rasmussen-Hirschman para frente da economia brasileira, com 65 setores (para o ano de 2005)**



Quando se analisa a dispersão dos índices de ligação para frente (gráfico 5), observa-se que alguns setores de serviços alcançam os maiores valores, o que significa que a demanda concentra-se em poucos setores. É o caso de serviços imobiliários e aluguel – administração, corretagem e aluguel de imóveis de terceiros (54) que apresenta o maior valor para a dispersão do índice para frente. Dos dez maiores valores para a dispersão para frente, seis são de setores de serviços.

O setor de serviços também registra alguns setores com os mais baixos valores para a dispersão do índice para frente. São os casos de comércio (42) e serviços prestados às empresas (59) que ocupam, respectivamente, as posições de número 65 e 61, ou seja, o menor e o quinto menor valor da economia no ano de 2005. A demanda por insumos desses setores é feita de forma homogênea.

GRÁFICO 5  
**Dispersão do índice de ligação de Rasmussen-Hirschman para frente da economia brasileira, com 65 setores (para o ano de 2005)**



#### 4.2.1 Setor-chave

Com os valores dos índices de ligação de Rasmussen-Hirschman para frente e para trás obtêm-se os setores-chave da economia brasileira. Dentre os 65 setores, foram encontrados 11 setores considerados setores-chave: alimentos e bebidas (6); têxteis (8); celulose e produtos de papel (12); refino de petróleo e coque (14); produtos químicos (16); fabricação de resinas e elastômeros (17); artigos de borracha e plástico (23); fabricação de aço e derivados (26); metalurgia de metais não ferrosos (27); produtos de metal, exclusive máquinas e equipamentos (28); peças e acessórios para veículos automotores (37). Desses 11, nenhum é setor de serviços.

No gráfico 6 observa-se que o setor de comércio (42) apresenta um índice de ligação para trás elevado, quando comparado com os demais setores de serviços. Outros dois que se destacam são os serviços prestados às empresas (59) e intermediação financeira e seguros (52), que alcançam altos valores para os índices de ligação para frente, indicando que são setores que produzem elevados efeitos para frente na economia, ou seja, seus insumos são essenciais para os outros setores da economia.

GRÁFICO 6

#### Índice de ligação de Rasmussen-Hirschman para trás e para frente da economia brasileira dos setores de serviços (para o ano de 2005)



Elaboração dos autores.

Todavia, para um setor ser considerado chave na economia, este tem que obter valores dos índices de ligação para trás e para frente acima da média, ou seja, acima de 1 unidade, não sendo este o caso dos setores de serviços da economia no ano de 2005. Isto pode estar ligado à característica do setor de serviços, que tem a finalidade de realizar serviços quando demandado; entretanto, cessa quando sua demanda é atendida, diferentemente de um bem produzido no setor secundário, no qual são demandados insumos para sua produção e quando o produto está acabado pode ser demandado por outros setores na forma de insumo.

### 4.3 Campo de influência

O gráfico 7 traz o campo de influência para o ano de 2005. Considera-se um elo muito forte, quando este se situa acima de três desvios-padrão acima da média. Um elo forte significa que está no intervalo de dois a três desvios-padrão acima da média e um elo acima da média quando está até um desvio-padrão acima da média. O elo fraco situa-se abaixo da média. Uma linha horizontal e outra vertical dividem os setores de serviços do restante dos setores. A região inferior direita do gráfico 7 corresponde aos elos entre os setores de serviços e a região superior esquerda aos elos entre os setores primário e secundário. As outras duas regiões representam os elos entre os setores de serviços e os outros setores da economia.

Da mesma forma que na MIP, as linhas correspondem aos setores vendedores, enquanto as colunas, aos setores compradores. Como se pode observar, de acordo com a subseção 3.1.2, uma pequena variação na matriz de coeficientes técnicos, os setores em que estão inseridas as indústrias são os que mais propagariam essas variações para o sistema econômico.

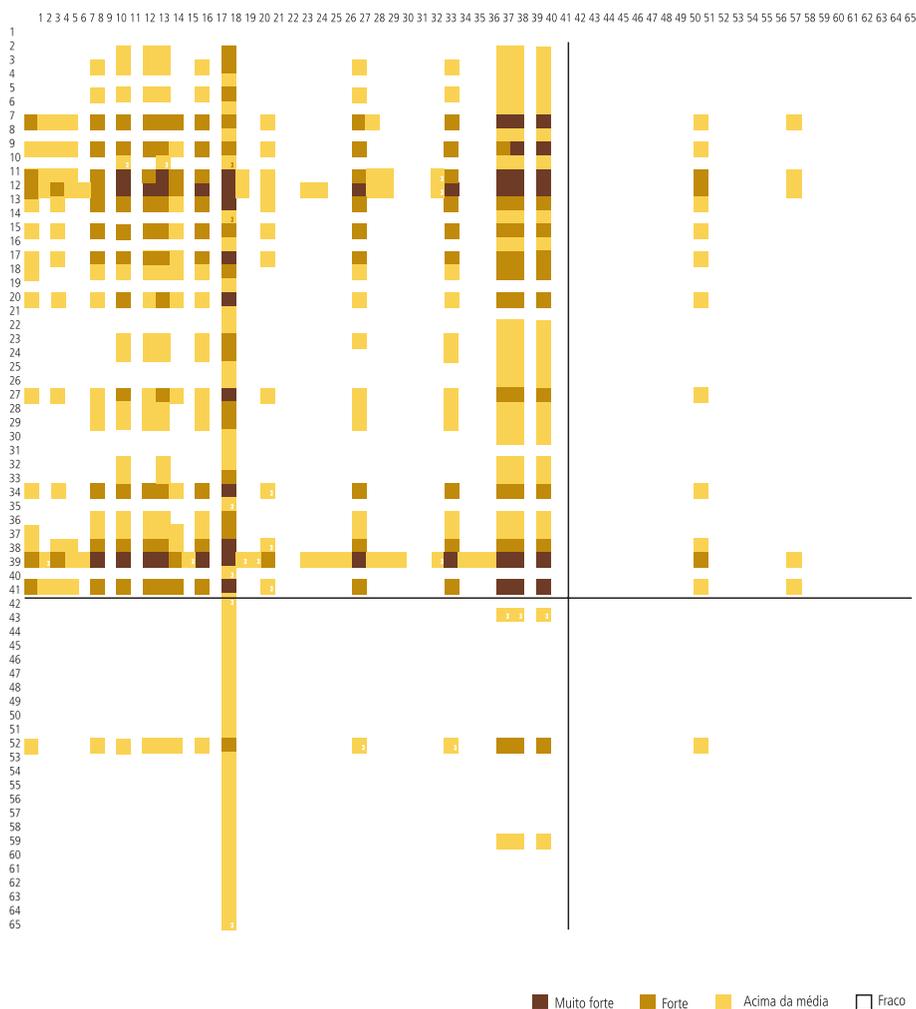
De um modo geral, tem-se que os elos entre os setores primários e secundários são mais fortes que os observados entre o setor terciário. Isso pode ser visualizado no gráfico 7, pois a região superior esquerda apresenta elos fortes, muito fortes e acima da média. Diferentemente de quando são observados os elos no setor terciário, que fica na região inferior direita, e que apresenta elos fracos.

Quando se analisam os setores de serviços, pelo lado das vendas, isto é, quando se observa a linha, destaca-se o setor de intermediação financeira e seguros (52) que possui elos fortes e acima da média tanto com o setor primário quanto com o secundário (região inferior esquerda). Quando se avaliam os setores compradores, portanto, pelas colunas, nota-se que, além do setor de intermediação financeira e seguros (52), também se destaca o setor serviços prestados às empresas (59), principalmente nos elos com o setor secundário (região superior direita).

De acordo com Hoekman e Matoo (2008), o papel dos serviços financeiros é o de facilitar as transações através do tempo, o que garante o dinamismo da economia. Para Levine (1997), os países que possuem os sistemas financeiros mais

desenvolvidos apresentam maiores facilidades de crescimento econômico. Dessa forma, eles acima da média no setor de intermediação financeira e seguros (52) mostram a importância do setor dentro do processo produtivo.

GRÁFICO 7  
Campo de influência (para o ano de 2005)



Elaboração dos autores.

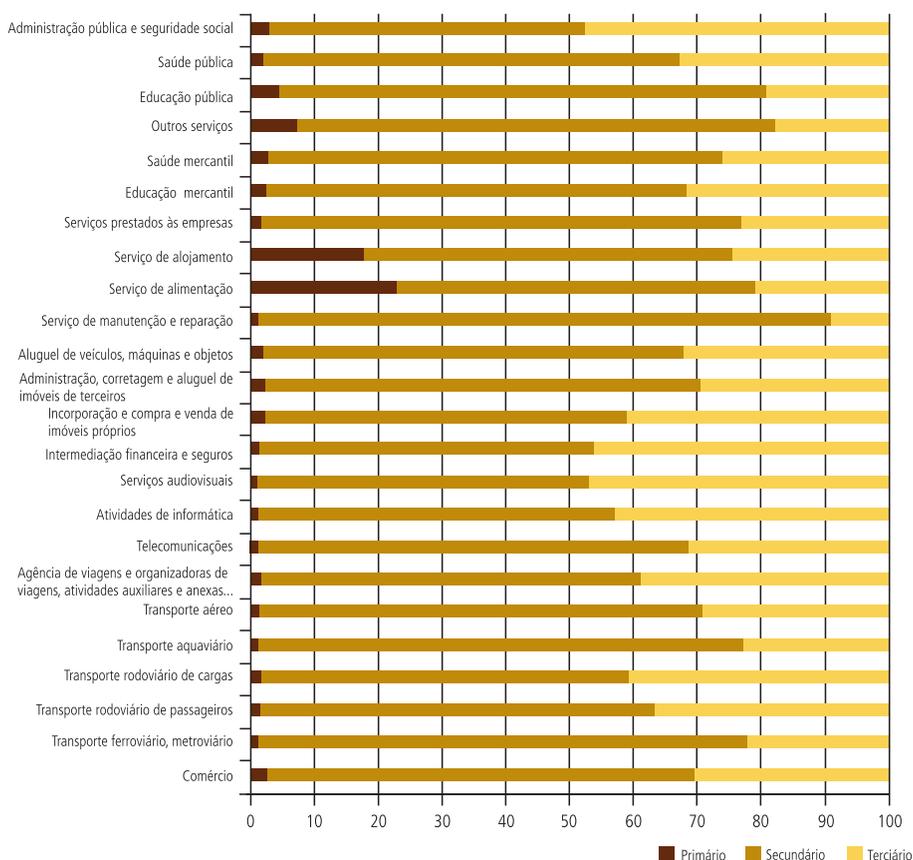
#### 4.4 Método de extração

Pelo método de extração, um setor de serviços é extraído de cada vez, de forma que parte da demanda intermediária por bens e serviços cessa, sendo possível, assim,

visualizar quais setores têm as maiores quedas do produto (efeitos para trás) e, portanto, quais setores estão mais interligados. Para facilitar a visualização, foi construído o gráfico 8, no qual se divide a economia nos três setores (primário, secundário e terciário). Nesta, encontram-se os setores que foram hipoteticamente extraídos e qual o efeito na queda do produto assumido por cada um dos três setores da economia. O setor que mais contribuiu na queda do produto dos setores de serviços foi, na maior parte, o setor secundário. Assim, setores de serviços, quando extraídos, mostram grande interdependência do setor secundário. Por exemplo, quando há a extração do setor de serviços de manutenção e reparação (56), aproximadamente 90% da queda total do produto se deve ao setor secundário da economia. Assim, o setor de serviços de manutenção e reparação (56) mostrou ser mais interligado com setores secundários quando comparado aos setores primários ou de serviços.

GRÁFICO 8

### Porcentagem na queda do produto na extração dos setores de serviços



O setor primário mostra-se pouco interligado com os setores de serviços. Quando extraídos os setores de serviços, um a um, observa-se que a queda do produto total ocorreu em menor escala no setor primário. Em grande parte, menos de 10% da queda do produto se deve ao setor primário.

A importância no produto dos setores de serviços é relevante para os próprios setores em questão. Por exemplo, quando extraído o setor administração pública e seguridade social (65), tem-se que mais da metade da queda total do produto causado por esta extração se deve ao setor de serviços. Em alguns setores, o percentual apresenta-se menor, como no caso de serviços de alojamento (57) cujo percentual fica próximo de 25%.

Portanto, para a economia brasileira de 2005, na maioria dos casos, os setores de serviços se mostram mais interligados aos setores secundários. O setor primário se mostra com pouca interligação e os setores de serviços apresentam uma interligação importante com os próprios setores de serviços.

#### 4.5 Síntese dos resultados

O setor de serviços abrange setores com atributos diferentes, sendo considerado muito heterogêneo. Para compreendê-lo de forma sistêmica, algumas atividades pertencentes aos setores de serviços foram desagregadas, o que permite melhor identificação das inter-relações com os demais setores da economia.

Esta desagregação evidencia-se como um avanço, isto é, uma diferença deste estudo para os demais trabalhos encontrados na literatura nacional que obtiveram resultados para o setor de serviços. Por exemplo, Matias (2006) e Souza (2010) analisam o setor de serviços no Brasil utilizando nove e dez setores de serviços, respectivamente; enquanto este trabalho utiliza 24 setores para caracterizar a estrutura de serviços no Brasil. Hilgemberg e Guillhoto (2004) fazem um estudo agregado utilizando sete macrossetores para toda a economia.

Outro ponto positivo deste trabalho é a utilização de dados mais atuais, já que o estudo é de 2005, enquanto, por exemplo, Flores e Santos (1995) analisam a década de 1970 e Rocha (1999) explora as décadas de 1980 e 1990.

Ressalta-se também que este trabalho caracteriza-se por um estudo do setor de serviços como um todo, diferentemente dos trabalhos de Tupich Hilgemberg e Hilgemberg (2009) ou de Casimiro Filho (2002) e Takasago *et al.* (2010). O primeiro analisa o setor de serviços prestados às empresas e o segundo e o terceiro, as atividades de turismo no Brasil.

É interessante evidenciar o que se apreende sobre a estrutura recente do setor de serviços a partir dos resultados: *i*) o multiplicador de emprego tem importância relativa maior do que o multiplicador de produção; *ii*) há um fraco poder de

dispersão do setor tanto como insumo de outros setores quanto como produto dos demais setores da economia; *iii*) há, em comparação com o setor industrial, um menor grau de espraiamento do setor de serviços (em outras palavras, este setor ainda não está muito integrado ao sistema produtivo como um todo); e *iv*) em termos de impactos setoriais, uma expansão/retração no setor de serviços terá impacto, no mesmo sentido, principalmente no setor secundário.

Diante desses resultados, é possível fazer as seguintes hipóteses sobre opções de política que se baseiem em, por exemplo, incentivos ao setor de serviços.

- 1) Olhando para o multiplicador do emprego, evidencia-se que, ao incentivar o crescimento do setor de serviços, há garantias de aumento do emprego no país. O setor de serviços é intensivo em trabalho, e esta característica permite que, em períodos de crise, o setor atue como absorvedor da mão de obra expelida pelos outros setores da economia. Entretanto, os novos empregos devem ser de boa qualidade, para que se promova um efetivo crescimento do país. Por outro lado, o multiplicador de produto mostra que o setor de serviços no Brasil ainda tem pouco impacto sobre o resultado de produção do país.
- 2) Olhando para os índices de ligação e o campo de influência, verifica-se que o setor de serviços não pode ser considerado um setor indutor do crescimento. Isso se evidencia pela inexistência de subsetor classificado como chave e por ter uma estrutura de encadeamentos muito incipiente. Essas fragilidades reforçam questões relativas à imaturidade do setor de serviços brasileiro. O amadurecimento do setor passa pela promoção de ações voltadas à qualificação de mão de obra do setor de serviços, à integração dos setores de serviços com maior conteúdo tecnológico (isto é, serviços de intermediação financeira; serviços de informação, telecomunicações e atividades de informática – aqui denominados serviços estruturantes) com os demais setores de serviços e com o setor industrial e ao aumento da competitividade via modernização das atividades, que deve ser buscada por linhas de crédito que permitam o desenvolvimento de novas atividades e/ou compra de novos equipamentos propulsores de produtividade. Essas ações visam potencializar o processo de sustentação do crescimento da economia brasileira.
- 3) O método de extração demonstra que ações que visam à recuperação do setor industrial devem estar atreladas à estrutura do setor de serviços. Assim sendo, não há como pensar em ações isoladas no campo industrial. Como bem disse Riddle (1986) *apud* Kon (1999), o setor de serviços é a “cola” que mantém a economia integrada. Portanto, ao pensar em políticas setoriais é necessário levar em conta o movimento do setor de serviços.

De forma resumida, os resultados demonstram a necessidade de se evidenciar que o setor de serviços deve ser considerado tanto pelos agentes privados como pelos agentes públicos como um setor (para a maioria dos subsetores que constituem o setor de serviços) que deva ser cada vez mais integrado ao restante da economia. Assim sendo, o caráter sistêmico proposto neste artigo ganha relevância.

## 5 CONCLUSÕES

Este artigo objetivou fazer uma análise sistêmica do setor de serviços da economia brasileira do ano de 2005. Para isto, foi utilizada a metodologia insumo-produto com suas discussões sobre os multiplicadores de produto e emprego e encadeamentos produtivos.

O setor de serviços é muito abrangente, contendo na maioria das classificações uma diversidade de atividades, tornando complexa a formulação de uma única classificação das atividades dos setores de serviços. Isso se deve à dificuldade em criar uma definição que consiga abranger atividades tão diversificadas. Esta dificuldade, segundo Alonso (2005), faz com que haja uma negligência com o setor terciário.

Para uma análise mais detalhada da inter-relação entre os setores da economia, foi feita uma desagregação dos setores de serviços contidos nas MIPs. Esta desagregação foi possível com a utilização de um banco de dados auxiliar, a PAS. A matriz ficou composta de 65 setores, dos quais 24 são setores de serviços. Este maior número de setores de serviços foi um ganho obtido neste trabalho, já que possibilitou um estudo mais detalhado da estrutura produtiva da economia brasileira. Portanto, a matriz com um maior número de setores de serviços não apenas permite a análise dos setores de serviços que estavam agregados, como verifica a interação desses setores com o restante da economia.

Com a MIP mais desagregada foi possível responder às quatro indagações feitas na introdução do trabalho. Em primeiro lugar, com o crescimento da demanda final, há diferenças entre os setores de serviços e os demais setores, com relação ao aumento do produto e do emprego? Para isso, foi necessário calcular os multiplicadores de produto e de emprego. Observou-se que os setores de serviços apresentam, em sua maioria, fraco desempenho nos multiplicadores de produção, ou seja, aumento em suas demandas finais impactam pouco o restante da economia. O contrário foi observado nos multiplicadores de emprego, sendo os setores de serviços responsáveis pelos maiores valores em toda a economia, o que demonstra a alta capacidade dos setores em gerar emprego. Isso se deve ao fato de grande parte dos setores de serviços serem intensivos em trabalho.

Outro objetivo do trabalho foi analisar como é a demanda por insumos dos setores de serviços pelas atividades relacionadas aos setores industrial e agropecuário. Para esta análise, utilizaram-se os índices de Rasmussen-Hirschman, além das

dispersões destes índices. Com o índice de ligação para trás foi possível identificar os setores de serviços que mais demandam insumos dos demais setores da economia, destacando-se o setor de comércio, que obteve o maior valor. A dispersão dos índices de ligação para trás mostrou que a demanda que os setores de serviços fazem não é homogênea, ou seja, ao demandarem insumos, fazem para poucos setores da economia.

Em relação ao índice de ligação para frente, observou-se um fraco desempenho para os setores de serviços, significando que estes têm pouco de seus insumos demandados pelos demais setores. Uma das exceções foi o índice dos serviços prestados às empresas, que apresentou o quarto maior valor para os dois anos pesquisados. Ao analisar a dispersão do índice para frente, pôde-se observar que quando os demais setores demandam insumos dos setores de serviços, esta demanda é feita de forma concentrada.

Com os resultados dos índices de Rasmussen-Hirschman, percebeu-se a inexistência de setor de serviços que possa ser considerado setor-chave para a economia brasileira. Este resultado pode ser explicado pelas características do setor de serviços, já que este, apesar de ser fundamental para manter a economia funcionando, não apresenta a capacidade de demandar insumos e ter seus insumos demandados acima da média pelos demais setores da economia simultaneamente.

Para responder à terceira indagação usou-se a metodologia do campo de influência, a qual possibilitou analisar as interações dos setores de serviços com os demais setores da economia. Observou-se que os elos entre os setores industriais são os mais fortes da economia e, entre os setores de serviços, não houve elos acima da média, indicando que não há uma conexão significativa entre os setores de serviços e os demais setores da economia.

Para a análise da quarta indagação, ou seja, qual o impacto de variações na produção do setor de serviços sobre a produção dos outros setores da economia, utilizou-se o método de extração hipotética, no qual um setor é extraído para verificar qual é o valor que este reduz da produção na economia. Como resultado, observou-se que a remoção de setores de serviços causa um maior impacto na produção dos setores pertencentes à indústria. Sendo assim, os setores de serviços são indispensáveis para o bom funcionamento da economia, principalmente para os setores industriais. Este fato corrobora os estudos de Cohen e Zysman (1987) ao ressaltarem que a ligação entre os setores secundários e terciários faz com que a dinâmica de um cause impacto na dinâmica do outro. Para Kon (1997), os papéis dos serviços e do setor secundário estão se tornando cada vez mais interdependentes.

Portanto, os resultados reafirmam as discussões apresentadas no que tange à importância do setor terciário para a economia, já que se pôde observar a queda da produção ocorrida na economia quando setores de serviços são hipoteticamente

excluídos. Além disso, os setores secundários são os mais afetados, demonstrando a grande interligação entre os dois setores; assim, este artigo ajudou a mensurar esta interligação.

## ABSTRACT

This study aims to perform a systemic analysis of the service sector in Brazil. For that purpose, some activities of the service sector in the input-output matrices for the year 2005 were disaggregated. We used data from the *Pesquisa Anual de Serviços* (PAS) and in order to get a consistent input-output matrix we applied the RAS method. The disaggregated matrix was composed by 65 sectors of the economy, 24 being service sectors. With the disaggregated matrix, it was observed that services have had a high employment creation capability and a low product generation capacity. It is worth mentioning the absence of service sectors as key sectors in the economy. Most of the service sectors have a low power of sale and purchase of inputs from the remaining sectors of the economy, and in most cases buying and selling are concentrated in a few sectors. It was shown that the links within the service sectors were below the economy's average, while the links between the industrial sectors were very strong. When the service sectors were hypothetically removed from the economy, it was noted that their impacts were higher on the industrial sectors' product, indicating the importance of service sectors for the economy.

**Keywords:** service sector; input-output; interaction sector.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. C. S.; RIBEIRO, N. R. **A relevância do setor serviços: uma crítica marxiana às contas nacionais.** 2004. Mimeografado.
- ALMEIDA, W. J.; SILVA, M. C. **Dinâmica do setor de serviços no Brasil: emprego e produto.** Rio de Janeiro, 1973 (Coleção Relatórios de Pesquisa).
- ALONSO, J. A. F. Diferenciais de produtividade do trabalho em atividades do setor terciário nas aglomerações urbanas do RS: 1985-2002 (Anos Selecionados). **Primeiras Jornadas de Economia Regional Comparada**, Porto Alegre, 2005. Disponível em: <<http://www.fee.tche.br/sitefee/download/jornadas/2/e8-02.pdf>>. Acesso em: fev. 2011.
- BACHARACH, M. **Biproportional matrices and input-output change.** Cambridge: Cambridge University Press, 1970.
- BANCO MUNDIAL. Disponível em: <<http://databank.worldbank.org/data/home.aspx#>>. Acesso em: mar. 2013.
- BELL, D. **O advento da sociedade pós-industrial: uma tentativa de previsão social.** São Paulo: Cultrix, 1973.
- BULMER-THOMAS, V. **Input-output analysis in developing countries: source, methods and applications.** New York: Wiley, 1982. 297 p.
- CARVALHEIRO, N. Criação e destruição de empregos no Brasil no período 1990/1996: a óptica das matrizes de insumo-produto. In: KON, A. *et al.* (Org.). **Costos sociales de las reformas neoliberales en América Latina.** Caracas: EITT/FAPESP/Universidad Central de Venezuela, 2000. 392 p.
- CASIMIRO FILHO, F. **Contribuições do turismo à economia brasileira.** 2002. 220 p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

CASTELLS, M. **A sociedade em rede – a era da informação**: economia, sociedade e cultura. 4. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1999. v. 1.

CNAE – CLASSIFICAÇÃO NACIONAL DE ATIVIDADES ECONÔMICAS. Classificação Econômica – Versão 2.0. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/concla/revisao2007.php?l=6>>. Acesso em: abr. 2011.

COHEN, S.; ZYSMAN, J. **Manufacturing matters**: the myth of the post-industrial economy. New York: Basic books, 1987.

CZAMANSKI, S.; MALIZIA, E. **Applicability and limitations in the use of national input-output tables for regional studies**. 1969. p. 65-77 (Paper Regional Science Association, n. 23).

DIETZENBACHER, E.; VAN DER LINDEN, J. A.; STEENGE, A. E. The regional extraction method: EC input-output comparisons. **Economic systems research**, v. 5, n. 2, p. 185-207, 1993.

FLORES, R. G.; SANTOS, S. C. Three hypotheses on the Brazilian service sector. **The review of income and wealth**. June 1995.

FONSECA, M. A. R.; GUILHOTO, J. J. M. Uma análise dos efeitos econômicos de estratégias setoriais. **Revista brasileira de economia**, v. 41, n. 1, p. 81-98, jan./mar. 1987.

GUILHOTO, J. J. M. *et al.* Índices de ligações e setores-chave na economia brasileira: 1959/1980. **Pesquisa e planejamento econômico**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 2, p. 287-314, 1994.

GUILHOTO, J. J. M.; CONCEIÇÃO, P. H. Z.; CROCOMO, F. C. Estrutura de produção, consumo, e distribuição de renda na economia brasileira: 1975 e 1980 comparados. **Economia & empresa**, v. 3, n. 3, p. 1-126, 1996. Disponível em: <[http://www.fea.usp.br/feaecon//media/livros/file\\_456.pdf](http://www.fea.usp.br/feaecon//media/livros/file_456.pdf)>. Acesso em: maio 2011.

HADDAD, E. A. **Regional inequality and structural changes**: lessons from the brazilian economy. Ashgate: Aldershot, 1999.

HADDAD, E. A.; DOMINGUES, E. P. **Matriz inter-regional de insumo-produto São Paulo Resto do Brasil**. Nereus – Núcleo de Economia Regional e Urbana da USP, 2001 (Texto para Discussão). Disponível em: <[http://www.usp.br/nereus/wp-content/uploads/TDNereus\\_10\\_03.pdf](http://www.usp.br/nereus/wp-content/uploads/TDNereus_10_03.pdf)>. Acesso em: jul. 2011.

HADDAD, E. A.; PEROBELLI, F. S.; SANTOS, R. C. Inserção econômica de Minas Gerais: uma análise estrutural. **Nova economia**, Belo Horizonte, v. 15, n. 12, p. 63-90, 2005.

HADDAD, P. R. *et al.* **Economia regional**: teorias e métodos de análise. Fortaleza: Etene-BNB, 1989.

HILGEMBERG, C. M. A. T.; GUILHOTO, J. J. M. **Abertura econômica e seus efeitos no mercado de trabalho brasileiro na década de 1990**. Economia Aplicada. São Paulo: FEA-RP-USP/FEA-SP-USP/Fipe, 2004. p. 659-691. Disponível em: <[http://www.fea.usp.br/feaecon/incs/download.php?i=204&file=../media/livros/file\\_204.pdf](http://www.fea.usp.br/feaecon/incs/download.php?i=204&file=../media/livros/file_204.pdf)>. Acesso em: maio 2011.

HIRSCHMAN, A. O. **The strategy of economic development**. Yale University Press, 1958.

HOEKMAN, B.; MATOO, A. **Services trade and growth**. The World Bank, Development Research Group, Jan. 2008 (Policy Research Working Paper, n. 4.461).

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estatísticas**. Contas Nacionais. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/servidor\\_arquivos\\_est/](http://www.ibge.gov.br/servidor_arquivos_est/)>. Acesso em: mar. 2011a.

\_\_\_\_\_. Pesquisas. **Pesquisa Anual dos Serviços**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/comercioeservico/pas/pas2005/notastecnica2005.pdf>>. Acesso em: maio 2011b.

KON, A. **Reestruturação produtiva e terciarização**. Relatório de Pesquisas, NPP-EAESP/FGV, 1997.  
\_\_\_\_\_. Sobre as atividades de serviço: revendo conceitos e tipologias. **Revista de economia política**, São Paulo, v. 19, n. 2 (74), p. 64-83, abr./jun.1999.

KUPFER, D.; FREITAS, F. **Análise estrutural da variação do emprego no Brasil entre 1990 e 2001**. Boletim de Conjuntura do IE/UFRJ. Jul. 2004.

KUZNETS, S. **Economic change**: selected essays in business cycles, national Income and economic growth. New York: W.W. Norton, 1983.

LEITE, A. P. V.; PEREIRA, R. M. Matriz insumo-produto da economia baiana: uma análise estrutural e subsídios às políticas de planejamento. *In*: ENCONTRO DE ECONOMIA BAIANA, 6. Salvador, 2010.

LEONTIEF, W. W. **The structure of american economy**, 1919-1929: an empirical application of equilibrium analysis. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1941.

LEVINE, R. Financial development and economic growth: views and agenda. **Journal of economic literature**, v. 35, n. 2, p. 688-726, June 1997.

MARSHALL, J. N.; WOOD, P. A. **Services & space**: key aspects of urban and regional development. Longman Scientific & Technical publishers, 1995.

MATIAS, A. N. **Análise da evolução estrutural do setor de serviços no Brasil**: uma abordagem de insumo-produto. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Maringá. Programa de Mestrado em Economia, Maringá, 2006.

MELVIN, J. R. History and measurement in the service sector: a review. **The review of income and wealth**, Dec. 1995.

MILLER, R. E.; BLAIR, P. D. **Input-output analysis**: foundations and extensions. New York: Cambridge University Press, 2009.

PEROBELLI, F. S.; HADDAD, E. A.; DOMINGUES, E. P. Interdependence among the Brazilian states: an input-output approach. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 34., 2006. Salvador, BA. **Anais...** Salvador/BA: ANPEC, 2006.

PORAT, M. U. **The information economy**. Washington, DC: Department of Commerce, Office of Telecommunications, 1977.

PORSSE, A. A.; HADDAD, E. A.; RIBEIRO, E. P. **Estimando uma matriz de insumo-produto inter-regional Rio Grande do Sul - restante do Brasil**. NEREUS - Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo, 2003. (Texto para Discussão, n. 20-2003). Disponível em: <[http://www.econ.fea.usp.br/nereus/td/Nereus\\_20\\_03.pdf](http://www.econ.fea.usp.br/nereus/td/Nereus_20_03.pdf)>. Acesso em: jul. 2011.

RASMUSSEN, P. N. **Studies in intersectoral relations**. Amsterdam: North-Holland, 1956.

RIDDLE, D. I. **Service-led growth. The role of the service sector in world development**. Nova York: Praeger Publishers, 1986.

ROCHA, F. Composição do crescimento dos serviços na economia brasileira: uma análise da matriz insumo-produto – 1985/92. **Econômica**, v. I, n. II, p. 107-130, dez. 1999. Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br/pub/td/td0522.pdf>>. Acesso em: abr. 2011.

SCHMENNEN, R. W. **Administração de operações em serviços**. São Paulo: Futura, 1999.

SILVA E MEIRELLES, D. Serviços: características e organização de mercado. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA POLÍTICA. 2005, 10. Campinas, São Paulo. **Anais ...** Campinas, 2005. 21. p.

\_\_\_\_\_. O conceito de serviço. **Revista de economia política**, v. 26, n. 1, 2006.

\_\_\_\_\_. Serviços e desenvolvimento econômico: características e condicionantes. **RDE - Revista de desenvolvimento econômico**, n. 17, p. 23-35, jan. 2008.

SILVA NETO, J. B. S. **Call centers no Brasil**: um estudo sobre emprego, estratégias e exportações. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Economia, Uberlândia, 2005.

SOUZA, K. B. **As múltiplas tendências da terciarização**: uma análise de insumo-produto da expansão do setor de serviços. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2010.

STONE, R. **Input-output tables relationships 1954-56**. Cambridge: University-Hall, Department of Applied Economics, 1963 (A Programme for Growth, v. 3).

TAKASAGO, M. *et al.* O potencial criador de emprego e renda do turismo no Brasil. **Pesquisa e planejamento econômico**, Rio de Janeiro, v. 40, p. 439-468, 2010.

TUPICH HILGEMBERG, C. M. A.; HILGEMBERG, E. M. Produção e emprego no setor de serviços prestados às empresas no Brasil na década de 1990: uma aplicação de insumo-produto. *In*: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS REGIONAIS E URBANOS, 7., 2009, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Enaber, 2009.

#### **BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR**

CLARK, C. **The conditions of economic progress**. London: MacMillan Co. Ltd., 1940.

REY, S. J. Integrated regional econometric + input-output modeling: issues and opportunities. **Regional science**, 2000.

(Original submetido em 6 de junho de 2012. Última versão recebida em 12 de março de 2013. Aprovada em 16 de abril de 2013.)

## ANEXOS

### ANEXO A

QUADRO A.1

#### IBGE : setores da MIP

|  |  |
|--|--|
| 1 Agricultura, silvicultura, exploração florestal        | 29 Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos |
| 2 Pecuária e pesca                                       | 30 Eletrodomésticos  |
| 3 Petróleo e gás natural                                 | 31 Máquinas para escritório e equipamentos de informática  |
| 4 Minério de ferro                                       | 32 Máquinas, aparelhos e materiais elétricos               |
| 5 Outros da indústria extrativa                          | 33 Material eletrônico e equipamentos de comunicações      |
| 6 Alimentos e bebidas                                    | 34 Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar medida e ótico |
| 7 Produtos do fumo                                       | 35 Automóveis, camionetas e utilitários                    |
| 8 Têxteis  | 36 Caminhões e ônibus                                      |
| 9 Artigos do vestuário e acessórios                      | 37 Peças e acessórios para veículos automotores            |
| 10 Artefatos de couro e calçados                         | 38 Outros equipamentos de transporte                       |
| 11 Produtos de madeira – exclusive móveis                | 39 Móveis e produtos das indústrias diversas               |
| 12 Celulose e produtos de papel                          | 40 Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana       |
| 13 Jornais, revistas, discos                             | 41 Construção  |
| 14 Refino de petróleo e coque                            | 42 Comércio  |
| 15 Álcool  | 43 Transporte, armazenagem e correio                       |
| 16 Produtos químicos                                     | 44 Serviços de informação                                  |
| 17 Fabricação de resina e elastômeros                    | 45 Intermediação financeira e seguros                      |
| 18 Produtos farmacêuticos                                | 46 Serviços imobiliários e aluguel                         |
| 19 Defensivos agrícolas                                  | 47 Serviços de manutenção e reparação                      |
| 20 Perfumaria, higiene e limpeza                         | 48 Serviços de alojamento e alimentação                    |
| 21 Tintas, vernizes, esmaltes e lacas                    | 49 Serviços prestados às empresas                          |
| 22 Produtos e preparados químicos diversos               | 50 Educação mercantil                                      |
| 23 Artigos de borracha e plástico                        | 51 Saúde mercantil   |
| 24 Cimento   | 52 Outros serviços   |
| 25 Outros produtos de minerais não metálicos             | 53 Educação pública  |
| 26 Fabricação de aço e derivados                         | 54 Saúde pública   |
| 27 Metalurgia de metais não ferrosos                     | 55 Administração pública e seguridade social               |
| 28 Produtos de metal – exclusive máquinas e equipamentos |  |

Fonte: IBGE (2011b).

## ANEXO B

QUADRO B.1

### Informações da PAS

|  |
|--|
| 1 Serviços prestados às famílias   |
| Serviços de alojamento   |
| Serviços de alimentação  |
| Atividades recreativas e culturais   |
| Serviços pessoais  |
| Atividades de ensino continuado  |
| 2 Serviços de informação   |
| Telecomunicações   |
| Atividade de informática   |
| Serviços audiovisuais  |
| Agências de notícias e serviços jornalísticos                                  |
| 3 Serviços profissionais, administrativos e complementares                     |
| Serviços técnico-profissionais   |
| Aluguéis não imobiliários e gestão de ativos intangíveis não financeiros       |
| Seleção, agenciamento e locação de mão de obra                                 |
| Serviços para edifícios e atividades paisagísticas                             |
| Serviços de escritório e apoio administrativo                                  |
| Outros serviços prestados às empresas  |
| 4 Transportes, serviços auxiliares aos transportes e correio                   |
| Transporte ferroviário e metroviário   |
| Transporte rodoviário de passageiros   |
| Transporte rodoviário de cargas  |
| Transporte aquaviário  |
| Transporte aéreo   |
| Armazenamento e atividades auxiliares aos transportes                          |
| Correio e outras atividades de entrega   |
| 5 Atividades imobiliárias  |
| Incorporação, compra e venda de imóveis por conta própria                      |
| Administração, corretagem e aluguel de imóveis de terceiros                    |
| Aluguel de veículos, máquinas e objetos pessoais e domésticos                  |
| 6 Serviços de manutenção e reparação   |
| Manutenção e reparação de veículos automotores                                 |
| Manutenção e reparação de equipamentos de informática e comunicação            |
| Manutenção e reparação de objetos pessoais e domésticos                        |
| 7 Outras atividades de serviços  |
| Serviços auxiliares da agricultura, pecuária e produção florestal              |
| Serviços auxiliares financeiros, dos seguros e da previdência complementar     |
| Esgoto, coleta, tratamento e disposição de resíduos e recuperação de materiais |

Fonte: IBGE (2011b).

## APÊNDICES

### APÊNDICE A

TABELA A.1

#### Multiplicadores de produção e emprego para a economia brasileira (2005)

| Setores   | Produção | Ordem | Emprego | Ordem |
|---|----------|-------|---------|-------|
| 1 Agricultura, silvicultura, exploração florestal           | 1.66     | 41    | 96.85   | 3     |
| 2 Pecuária e pesca  | 1.84     | 23    | 93.49   | 4     |
| 3 Petróleo e gás natural                                    | 1.64     | 43    | 10.89   | 50    |
| 4 Minério de ferro  | 1.76     | 33    | 8.75    | 56    |
| 5 Outros da indústria extrativa                             | 1.54     | 48    | 15.40   | 40    |
| 6 Alimentos e bebidas                                       | 2.10     | 8     | 49.05   | 12    |
| 7 Produtos do fumo  | 1.67     | 39    | 29.07   | 27    |
| 8 Têxteis   | 1.89     | 22    | 51.04   | 10    |
| 9 Artigos do vestuário e acessórios                         | 1.76     | 34    | 68.49   | 6     |
| 10 Artefatos de couro e calçados                            | 2.03     | 13    | 38.68   | 20    |
| 11 Produtos de madeira – exclusive móveis                   | 1.98     | 17    | 49.40   | 11    |
| 12 Celulose e produtos de papel                             | 2.04     | 12    | 23.07   | 32    |
| 13 Jornais, revistas, discos                                | 1.79     | 31    | 26.44   | 29    |
| 14 Refino de petróleo e coque                               | 1.99     | 16    | 7.43    | 61    |
| 15 Álcool   | 1.77     | 32    | 39.62   | 19    |
| 16 Produtos químicos  | 2.09     | 9     | 11.75   | 49    |
| 17 Fabricação de resina e elastômeros                       | 2.13     | 5     | 9.78    | 55    |
| 18 Produtos farmacêuticos                                   | 1.47     | 55    | 14.84   | 42    |
| 19 Defensivos agrícolas                                     | 2.13     | 6     | 19.08   | 33    |
| 20 Perfumaria, higiene e limpeza                            | 1.66     | 40    | 18.16   | 35    |
| 21 Tintas, vernizes, esmaltes e lacas                       | 1.99     | 15    | 12.28   | 47    |
| 22 Produtos e preparados químicos diversos                  | 2.02     | 14    | 15.77   | 39    |
| 23 Artigos de borracha e plástico                           | 2.06     | 11    | 18.14   | 36    |
| 24 Cimento  | 1.79     | 28    | 18.18   | 34    |
| 25 Outros produtos de minerais não metálicos                | 1.83     | 25    | 30.18   | 26    |
| 26 Fabricação de aço e derivados                            | 2.12     | 7     | 10.55   | 54    |
| 27 Metalurgia de metais não ferrosos                        | 1.97     | 18    | 10.65   | 52    |
| 28 Produtos de metal – exclusive máquinas e equipamentos    | 1.89     | 21    | 17.94   | 37    |
| 29 Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos  | 1.80     | 27    | 12.64   | 45    |
| 30 Eletrodomésticos   | 1.68     | 37    | 7.73    | 59    |
| 31 Máquinas para escritório e de informática                | 1.64     | 44    | 5.20    | 63    |
| 32 Máquinas, aparelhos e materiais elétricos                | 1.81     | 26    | 10.79   | 51    |
| 33 Material eletrônico e equipamentos de comunicações       | 1.79     | 30    | 7.66    | 60    |
| 34 Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e ótico | 1.36     | 58    | 7.81    | 57    |
| 35 Automóveis, camionetas e utilitários                     | 2.19     | 2     | 10.64   | 53    |
| 36 Caminhões e ônibus                                       | 2.43     | 1     | 12.34   | 46    |
| 37 Peças e acessórios para veículos automotores             | 2.07     | 10    | 11.83   | 48    |

(Continua)

(Continuação)

| Setores  | Produção | Ordem | Emprego | Ordem |
|--|----------|-------|---------|-------|
| 38 Outros equipamentos de transporte   | 2.14     | 4     | 15.08   | 41    |
| 39 Móveis e produtos das indústrias diversas   | 1.73     | 35    | 33.57   | 25    |
| 40 Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana   | 1.63     | 45    | 7.81    | 58    |
| 41 Construção  | 1.84     | 24    | 45.08   | 15    |
| 42 Comércio  | 2.15     | 3     | 214.23  | 1     |
| 43 Transporte ferroviário, metroviário   | 1.92     | 19    | 33.67   | 24    |
| 44 Transporte rodoviário de passageiros  | 1.61     | 46    | 45.96   | 14    |
| 45 Transporte rodoviário de cargas   | 1.51     | 52    | 40.81   | 17    |
| 46 Transporte aquaviário   | 1.90     | 20    | 34.02   | 23    |
| 47 Transporte aéreo  | 1.73     | 36    | 37.40   | 21    |
| 48 Agências de viagens e organizadoras de viagens, atividades auxiliares e anexas aos transportes e correios | 1.55     | 47    | 25.48   | 30    |
| 49 Serviços de informação – telecomunicações   | 1.18     | 61    | 24.39   | 31    |
| 50 Serviços de informação – atividades de informática  | 1.41     | 57    | 16.96   | 38    |
| 51 Serviços de informação – serviços audiovisuais  | 1.48     | 53    | 13.74   | 44    |
| 52 Intermediação financeira e seguros  | 1.48     | 54    | 14.58   | 43    |
| 53 Incorporação e compra e venda de imóveis próprios   | 1.04     | 63    | 4.86    | 64    |
| 54 Administração, corretagem e aluguel de imóveis de terceiros   | 1.03     | 65    | 3.48    | 65    |
| 55 Aluguel de veículos, máquinas e objetos pessoais e doméstico  | 1.03     | 64    | 6.54    | 62    |
| 56 Serviços de manutenção e reparação  | 1.53     | 49    | 74.72   | 5     |
| 57 Serviços de alojamento  | 1.24     | 60    | 59.57   | 8     |
| 58 Serviços de alimentação   | 1.16     | 62    | 67.62   | 7     |
| 59 Serviços prestados às empresas  | 1.43     | 56    | 40.39   | 18    |
| 60 Educação mercantil  | 1.52     | 51    | 48.36   | 13    |
| 61 Saúde mercantil   | 1.79     | 29    | 43.69   | 16    |
| 62 Outros serviços   | 1.65     | 42    | 119.41  | 2     |
| 63 Educação pública  | 1.36     | 59    | 51.78   | 9     |
| 64 Saúde pública   | 1.67     | 38    | 36.79   | 22    |
| 65 Administração pública e seguridade social   | 1.53     | 50    | 26.93   | 28    |

Elaboração dos autores.

## APÊNDICE B

TABELA B.1

### Ligações para trás e para frente da economia brasileira (2005)

| Setores   | Ligações para trás | Ordem | Ligações para frente | Ordem |
|---|--------------------|-------|----------------------|-------|
| 1 Agricultura, silvicultura, exploração florestal           | 0.91               | 41    | 1.74                 | 8     |
| 2 Pecuária e pesca  | 1.01               | 23    | 0.85                 | 27    |
| 3 Petróleo e gás natural                                    | 0.90               | 43    | 1.84                 | 6     |
| 4 Minério de ferro  | 0.97               | 33    | 0.80                 | 29    |
| 5 Outros da indústria extrativa                             | 0.84               | 48    | 1.09                 | 18    |
| 6 Alimentos e bebidas                                       | 1.15               | 8     | 1.31                 | 14    |
| 7 Produtos do fumo  | 0.91               | 39    | 0.57                 | 60    |
| 8 Têxteis   | 1.04               | 22    | 1.22                 | 15    |
| 9 Artigos do vestuário e acessórios                         | 0.96               | 34    | 0.60                 | 48    |
| 10 Artefatos de couro e calçados                            | 1.11               | 13    | 0.72                 | 36    |
| 11 Produtos de madeira – exclusive móveis                   | 1.09               | 17    | 0.91                 | 24    |
| 12 Celulose e produtos de papel                             | 1.12               | 12    | 1.32                 | 13    |
| 13 Jornais, revistas, discos                                | 0.98               | 31    | 1.01                 | 19    |
| 14 Refino de petróleo e coque                               | 1.09               | 16    | 2.83                 | 2     |
| 15 Álcool   | 0.97               | 32    | 0.79                 | 31    |
| 16 Produtos químicos  | 1.15               | 9     | 2.76                 | 3     |
| 17 Fabricação de resina e elastômeros                       | 1.17               | 5     | 1.38                 | 12    |
| 18 Produtos farmacêuticos                                   | 0.81               | 55    | 0.74                 | 34    |
| 19 Defensivos agrícolas                                     | 1.17               | 6     | 0.88                 | 26    |
| 20 Perfumaria, higiene e limpeza                            | 0.91               | 40    | 0.66                 | 40    |
| 21 Tintas, vernizes, esmaltes e lacas                       | 1.09               | 15    | 0.68                 | 38    |
| 22 Produtos e preparados químicos diversos                  | 1.11               | 14    | 0.96                 | 23    |
| 23 Artigos de borracha e plástico                           | 1.13               | 11    | 1.59                 | 10    |
| 24 Cimento  | 0.98               | 28    | 0.67                 | 39    |
| 25 Outros produtos de minerais não metálicos                | 1.00               | 25    | 0.89                 | 24    |
| 26 Fabricação de aço e derivados                            | 1.16               | 7     | 1.82                 | 7     |
| 27 Metalurgia de metais não ferrosos                        | 1.08               | 18    | 1.00                 | 20    |
| 28 Produtos de metal – exclusive máquinas e equipamentos    | 1.04               | 21    | 1.44                 | 11    |
| 29 Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos  | 0.99               | 27    | 1.19                 | 16    |
| 30 Eletrodomésticos   | 0.92               | 37    | 0.57                 | 57    |
| 31 Máquinas para escritório e equipamentos de informática   | 0.90               | 44    | 0.61                 | 45    |
| 32 Máquinas, aparelhos e materiais elétricos                | 0.99               | 26    | 1.10                 | 17    |
| 33 Material eletrônico e equipamentos de comunicações       | 0.98               | 30    | 0.99                 | 21    |
| 34 Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e ótico | 0.74               | 58    | 0.64                 | 42    |
| 35 Automóveis, camionetas e utilitários                     | 1.20               | 3     | 0.59                 | 50    |
| 36 Caminhões e ônibus                                       | 1.33               | 2     | 0.61                 | 46    |
| 37 Peças e acessórios para veículos automotores             | 1.14               | 10    | 1.72                 | 9     |
| 38 Outros equipamentos de transporte                        | 1.18               | 4     | 0.82                 | 28    |
| 39 Móveis e produtos das indústrias diversas                | 0.95               | 35    | 0.69                 | 37    |

(Continua)

(Continuação)

| Setores  | Ligações para trás | Ordem | Ligações para frente | Ordem |
|--|--------------------|-------|----------------------|-------|
| 40 Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana   | 0.89               | 45    | 2.89                 | 1     |
| 41 Construção  | 1.01               | 24    | 0.77                 | 32    |
| 42 Comércio  | 4.10               | 1     | 0.96                 | 22    |
| 43 Transporte ferroviário, metroviário   | 1.05               | 19    | 0.56                 | 61    |
| 44 Transporte rodoviário de passageiros  | 0.88               | 46    | 0.61                 | 47    |
| 45 Transporte rodoviário de cargas   | 0.83               | 52    | 0.63                 | 43    |
| 46 Transporte aquaviário   | 1.04               | 20    | 0.57                 | 59    |
| 47 Transporte aéreo  | 0.95               | 36    | 0.59                 | 52    |
| 48 Agências de viagens e organizadoras de viagens, atividades auxiliares e anexas aos transportes e correios | 0.85               | 47    | 0.62                 | 44    |
| 49 Serviços de informação – telecomunicações   | 0.64               | 61    | 0.74                 | 33    |
| 50 Serviços de informação – atividades de informática  | 0.77               | 57    | 0.60                 | 49    |
| 51 Serviços de informação – serviços audiovisuais  | 0.81               | 53    | 0.58                 | 55    |
| 52 Intermediação financeira e seguros  | 0.81               | 54    | 2.23                 | 5     |
| 53 Incorporação e compra e venda de imóveis próprios   | 0.57               | 63    | 0.56                 | 62    |
| 54 Administração, corretagem e aluguel de imóveis de terceiros   | 0.56               | 65    | 0.58                 | 54    |
| 55 Aluguel de veículos, máquinas e objetos pessoais e doméstico  | 0.56               | 64    | 0.58                 | 56    |
| 56 Serviços de manutenção e reparação  | 0.84               | 49    | 0.65                 | 41    |
| 57 Serviços de alojamento  | 0.68               | 60    | 0.55                 | 63    |
| 58 Serviços de alimentação   | 0.64               | 62    | 0.57                 | 58    |
| 59 Serviços prestados às empresas  | 0.78               | 56    | 2.44                 | 4     |
| 60 Educação mercantil  | 0.83               | 51    | 0.59                 | 51    |
| 61 Saúde mercantil   | 0.98               | 29    | 0.58                 | 53    |
| 62 Outros serviços   | 0.90               | 42    | 0.79                 | 30    |
| 63 Educação pública  | 0.74               | 59    | 0.55                 | 64    |
| 64 Saúde pública   | 0.91               | 38    | 0.55                 | 65    |
| 65 Administração pública e seguridade social   | 0.84               | 50    | 0.72                 | 35    |

Elaboração dos autores.

## APÊNDICE C

TABELA C.1

### Dispersão dos índices para trás e para frente da economia brasileira (2005)

| Setores   | Dispersão para trás | Ordem | Dispersão para frente | Ordem |
|---|---------------------|-------|-----------------------|-------|
| 1 Agricultura, silvicultura, exploração florestal           | 5.30                | 22    | 5.80                  | 13    |
| 2 Pecuária e pesca  | 4.95                | 34    | 4.89                  | 37    |
| 3 Petróleo e gás natural                                    | 5.23                | 25    | 5.81                  | 12    |
| 4 Minério de ferro  | 5.13                | 28    | 5.13                  | 29    |
| 5 Outros da indústria extrativa                             | 5.48                | 15    | 5.49                  | 18    |
| 6 Alimentos e bebidas                                       | 4.86                | 39    | 4.85                  | 40    |
| 7 Produtos do fumo  | 5.13                | 27    | 5.02                  | 34    |
| 8 Têxteis   | 5.34                | 19    | 5.56                  | 17    |
| 9 Artigos do vestuário e acessórios                         | 4.94                | 36    | 4.62                  | 50    |
| 10 Artefatos de couro e calçados                            | 5.12                | 29    | 5.12                  | 30    |
| 11 Produtos de madeira – exclusive móveis                   | 5.36                | 18    | 5.35                  | 22    |
| 12 Celulose e produtos de papel                             | 4.82                | 42    | 4.86                  | 39    |
| 13 Jornais, revistas, discos                                | 4.73                | 45    | 4.69                  | 45    |
| 14 Refino de petróleo e coque                               | 4.99                | 32    | 5.47                  | 20    |
| 15 Álcool   | 4.79                | 43    | 4.60                  | 51    |
| 16 Produtos químicos  | 4.72                | 46    | 5.21                  | 28    |
| 17 Fabricação de resina e elastômeros                       | 4.33                | 57    | 4.06                  | 62    |
| 18 Produtos farmacêuticos                                   | 5.67                | 13    | 5.73                  | 15    |
| 19 Defensivos agrícolas                                     | 4.46                | 56    | 4.40                  | 56    |
| 20 Perfumaria, higiene e limpeza                            | 4.98                | 33    | 4.97                  | 35    |
| 21 Tintas, vernizes, esmaltes e lacas                       | 4.19                | 62    | 7.36                  | 5     |
| 22 Produtos e preparados químicos diversos                  | 4.33                | 58    | 4.21                  | 59    |
| 23 Artigos de borracha e plástico                           | 4.25                | 61    | 4.17                  | 60    |
| 24 Cimento  | 4.68                | 49    | 4.68                  | 47    |
| 25 Outros produtos de minerais não metálicos                | 4.64                | 51    | 4.61                  | 50    |
| 26 Fabricação de aço e derivados                            | 4.54                | 52    | 7.13                  | 6     |
| 27 Metalurgia de metais não ferrosos                        | 4.54                | 53    | 4.48                  | 55    |
| 28 Produtos de metal – exclusive máquinas e equipamentos    | 4.66                | 50    | 4.57                  | 52    |
| 29 Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos  | 4.71                | 47    | 4.64                  | 48    |
| 30 Eletrodomésticos   | 4.88                | 38    | 4.88                  | 38    |
| 31 Máquinas para escritório e equipamentos de informática   | 5.28                | 23    | 5.12                  | 31    |
| 32 Máquinas, aparelhos e materiais elétricos                | 4.83                | 41    | 4.80                  | 42    |
| 33 Material eletrônico e equipamentos de comunicações       | 5.59                | 14    | 5.73                  | 16    |
| 34 Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e ótico | 6.19                | 9     | 6.20                  | 10    |
| 35 Automóveis, camionetas e utilitários                     | 3.99                | 63    | 3.89                  | 63    |
| 36 Caminhões e ônibus                                       | 3.74                | 64    | 3.54                  | 64    |
| 37 Peças e acessórios para veículos automotores             | 4.84                | 40    | 5.34                  | 23    |
| 38 Outros equipamentos de transporte                        | 5.07                | 30    | 5.08                  | 32    |

(Continua)

(Continuação)

| Setores  | Dispersão para trás | Ordem | Dispersão para frente | Ordem |
|--|---------------------|-------|-----------------------|-------|
| 39 Móveis e produtos das indústrias diversas   | 4.74                | 44    | 4.74                  | 43    |
| 40 Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana   | 6.29                | 8     | 7.38                  | 4     |
| 41 Construção  | 4.50                | 54    | 4.48                  | 54    |
| 42 Comércio  | 2.03                | 65    | 1.66                  | 65    |
| 43 Transporte ferroviário, metroviário   | 4.30                | 60    | 4.22                  | 58    |
| 44 Transporte rodoviário de passageiros  | 5.03                | 31    | 5.04                  | 33    |
| 45 Transporte rodoviário de cargas   | 5.37                | 17    | 5.37                  | 21    |
| 46 Transporte aquaviário   | 4.33                | 59    | 4.26                  | 57    |
| 47 Transporte aéreo  | 4.68                | 48    | 4.68                  | 46    |
| 48 Agências de viagens e organizadoras de viagens, atividades auxiliares e anexas aos transportes e correios | 5.23                | 26    | 5.23                  | 27    |
| 49 Serviços de informação – telecomunicações   | 6.84                | 5     | 6.83                  | 8     |
| 50 Serviços de informação – atividades de informática  | 5.73                | 12    | 5.74                  | 14    |
| 51 Serviços de informação – serviços audiovisuais  | 5.47                | 16    | 5.48                  | 19    |
| 52 Intermediação financeira e seguros  | 6.38                | 7     | 4.63                  | 49    |
| 53 Incorporação e compra e venda de imóveis próprios   | 7.71                | 3     | 7.70                  | 3     |
| 54 Administração, corretagem e aluguel de imóveis de terceiros   | 7.85                | 1     | 7.84                  | 1     |
| 55 Aluguel de veículos, máquinas e objetos pessoais e doméstico  | 7.82                | 2     | 7.82                  | 2     |
| 56 Serviços de manutenção e reparação  | 5.27                | 24    | 5.25                  | 26    |
| 57 Serviços de alojamento  | 6.50                | 6     | 6.52                  | 9     |
| 58 Serviços de alimentação   | 6.92                | 4     | 6.93                  | 7     |
| 59 Serviços prestados às empresas  | 5.91                | 11    | 4.07                  | 61    |
| 60 Educação mercantil  | 5.33                | 21    | 5.31                  | 24    |
| 61 Saúde mercantil   | 4.50                | 55    | 4.51                  | 53    |
| 62 Outros serviços   | 4.94                | 35    | 4.97                  | 36    |
| 63 Educação pública  | 5.92                | 10    | 5.93                  | 11    |
| 64 Saúde pública   | 4.89                | 37    | 4.85                  | 41    |
| 65 Administração pública e seguridade social   | 5.33                | 20    | 5.29                  | 25    |

Elaboração dos autores.



# PRODUTIVIDADE E COMÉRCIO: A IMPORTÂNCIA DO APRENDIZADO NO COMÉRCIO EXTERIOR BRASILEIRO\*

Hélio de Sousa Ramos Filho\*\*

Álvaro Barrantes Hidalgo\*\*\*

O objetivo deste artigo é analisar os ganhos de produtividade gerados pelo processo de aprendizado das firmas brasileiras no comércio internacional. Usando o estimador Abadie-Imbens, foram avaliadas as diferenças de produtividade entre firmas exportadoras e não exportadoras, em diferentes momentos do tempo, controlando, porém, o processo de seleção. Os resultados mostram evidências favoráveis ao efeito aprendizado: as empresas exportadoras tornam-se em média 20,7% mais produtivas quando comparadas às não exportadoras com base no conceito de produtividade total dos fatores (PTF) e 26,3% mais produtivas no conceito de produtividade do trabalho. Observou-se, ainda, que os ganhos de produtividade dependem da distribuição espacial das firmas, do setor e das características específicas das indústrias. Os resultados obtidos estão em consonância com a evidência internacional sobre o assunto.

**Palavras-chave:** produtividade; aprendizado; firmas exportadoras; Brasil.

JEL: C52; D04; F12.

## 1 INTRODUÇÃO

Diversos estudos sobre produtividade, realizados em nível de firma, não apenas no Brasil mas também em outros países, têm evidenciado maiores níveis de produtividade para as firmas exportadoras do que para as firmas não exportadoras. Ficou também claro nesses estudos que nem todas as firmas dentro de uma mesma indústria são exportadoras. Clerides, Lach e Tybout (1998), Bernard e Jensen (1999), Aw, Chung e Roberts (2000), Delgado, Fariñas e Ruano (2002) e Baldwin e Gu (2003), por exemplo, mostraram que apenas uma pequena fração das empresas exporta e que as firmas exportadoras são maiores e mais produtivas do que as firmas não exportadoras.

Alguns desses estudos, realizados para diversos países, têm apontado que as diferenças de produtividade se mantêm ao longo do tempo e estão relacionadas à entrada ou não das firmas no comércio internacional. As possíveis explicações para as diferenças de produtividade apontadas por estes autores estão no processo de autoseleção e/ou no processo de aprendizado por meio da exportação.

---

\* Os autores agradecem os comentários e sugestões valiosos recebidos de pareceristas anônimos desta revista que contribuíram muito para o aprimoramento deste artigo. Erros e omissões remanescentes são, naturalmente, de inteira responsabilidade dos autores.

\*\* Professor do Departamento de Economia da Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

\*\*\* Professor do Departamento de Economia e do Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e pesquisador do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

As teorias desenvolvidas para explicar as diferenças de produtividade entre firmas exportadoras e não exportadoras partem do princípio de que as firmas exportadoras estão mais expostas à concorrência. Diferentemente das firmas orientadas para o mercado doméstico, as firmas exportadoras têm de arcar com custos irrecuperáveis. Mesmo admitindo ambientes competitivos semelhantes no mercado externo e no mercado doméstico, diferenças nos custos irrecuperáveis de entrada podem explicar diferenças de produtividade entre firmas exportadoras e firmas não exportadoras (Roberts e Tybout, 1997). Em países em desenvolvimento, como o Brasil, as empresas pioneiras precisam realizar despesas prévias no mercado internacional a fim de dar conhecimento dos produtos e realizar as exportações. A presença de custos irrecuperáveis cria uma regra de decisão dinâmica, pois exportar hoje carrega um valor da opção adicional de tornar-se exportador amanhã, sem pagar custos irrecuperáveis de exportação.

Outro argumento para explicar a produtividade maior das firmas exportadoras, e que será objeto deste artigo, está baseado na ideia de exportação como um processo de aprendizado que permite às firmas exportadoras realizar inovações, acumular *expertise*, aprimoramento e, como resultado, aumentar as suas produtividades. Argumenta-se que os exportadores aprendem dos compradores e dos concorrentes, e que a intensidade com que isso ocorre depende das características do país de destino das exportações.<sup>1</sup> Assim, caso o principal destino das exportações seja países desenvolvidos, de renda elevada, então, esperar-se-á que a melhoria na qualidade e produtividade seja também maior (Hallak, 2006).

Vários trabalhos empíricos têm confirmado a hipótese de autosseleção no comércio internacional, entre eles podemos citar Bernard e Jensen (1999) para os Estados Unidos; Clerides, Lach e Tybout (1998) para a Colômbia, México e Marrocos; Delgado, Fariñas e Ruano (2002) para a Espanha; Aw, Chung e Roberts (2000) e Aw e Hwang (1995) para Taiwan. Já em favor da hipótese do processo de aprendizado da exportação podemos citar Kraay (1999) para a China; Castellani (2002) para a Itália; Bigsten *et al.* (2004) para a África subsaariana; Girma, Greenway e Kneller (2004) para o Reino Unido; e Van Biesebroeck (2005) para Côte-d'Ivoire. Para o caso do Brasil vários trabalhos já analisaram a questão, entre eles cabe citar: Arbache (2005), Araújo (2006), Gomes e Ellery Jr. (2007), Hidalgo e Da Mata (2009) e Kannebley *et al.* (2009).<sup>2</sup>

---

1. Hidalgo e Da Mata (2009), por exemplo, encontraram, para o caso do Brasil, maiores níveis de produtividade para as firmas exportadoras no comércio com os Estados Unidos do que com outros destinos comerciais.

2. Kannebley (2011) analisa alguns dos resultados mais importantes da literatura nacional e internacional sobre a teoria dos custos de entrada e histerese nas exportações, processos de autosseleção e aprendizado para exportações, e também sobre a relação entre liberalização comercial e produtividade das firmas.

Araújo (2006), usando técnicas de pareamento,<sup>3</sup> encontrou evidências de ganhos de produtividade após a entrada das firmas no mercado de exportação em relação às firmas que não exportam. Isto sugere que existe o efeito aprendizado no nível da firma no comércio internacional brasileiro. Porém, conforme o mesmo autor destaca, esses resultados podem ter sido afetados pela mudança de regime cambial, já que o período analisado compreende 1997-2002, bem como pelas medidas de produtividade total dos fatores (PTF) utilizadas.

Gomes e Ellery Jr. (2007) focaram seu estudo na caracterização das firmas exportadoras e não exportadoras. Encontraram que os custos de transação são importantes na decisão das firmas de entrarem no mercado exportador, e que elas tendem a apresentar efeito aprendizado da exportação diferente para cada país. Além do destino, segundo os autores, o efeito aprendizado parece estar influenciado também pelo tamanho da firma e pela margem intensiva no comércio.

Kannebley *et al.* (2009) analisam as hipóteses de autoseleção e aprendizado para as exportações brasileiras, para o período de 2000 a 2006. Os autores encontraram que a histerese na atividade exportadora está mais fortemente presente nas micro e pequenas empresas. Segundo os autores, parece existir uma clara relação entre valor de estreia, persistência e permanência na atividade exportadora. Porém, essa relação não está apenas pautada pelos argumentos de autoseleção, mas também pelos argumentos relacionados ao aprendizado pelas exportações, tendo em vista que são evidenciadas trajetórias diferentes para os prêmios de produtividade antes e após a entrada no mercado internacional.

Hidalgo e Da Mata (2009), empregando métodos não paramétricos semelhantes ao método de Delgado, Fariñas e Ruano (2002), encontraram maiores níveis de produtividade para firmas exportadoras do que para firmas não exportadoras. A explicação para essas diferenças parece dar suporte à hipótese de seleção, ou seja, o maior nível de produtividade das firmas exportadoras aparenta ser fruto de processos de seleção das firmas não apenas na entrada, mas também na saída do mercado de exportação. A questão da importância do efeito aprendizado, porém, não foi conclusiva neste estudo.

Dessa forma, os trabalhos realizados para o Brasil remetem à necessidade de um aprofundamento no estudo do efeito aprendizado no comércio internacional. O objetivo deste artigo consiste, então, em apresentar novas evidências empíricas e contribuir com a ainda incipiente literatura brasileira sobre o assunto em dois aspectos. O primeiro se refere à investigação das condições sobre as quais o efeito aprendizado, por meio da exportação, pode ou não ocorrer, utilizando informações contidas nas características específicas da firma. As características consideradas são:

---

3. Vale ressaltar que Araújo (2006) utiliza o método de pareamento, enquanto, neste artigo, usar-se-á a diferença em diferença. Para mais detalhes desta última metodologia, ver Blundell e Costas Dias (2000).

o tamanho da empresa, o setor industrial em que a mesma atua, a localização espacial, a margem intensiva, o nível de investimento em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e, por fim, a intensidade do trabalho qualificado presente na produção. Foi utilizado, ainda, um processo de segmentação ao estudo da heterogeneidade do efeito aprendido. Assim, espera-se contribuir para um aprofundamento do tema por considerar firmas heterogêneas sob os critérios supracitados.

O segundo aspecto diz respeito à metodologia a ser utilizada, pois será aplicado o estimador de pareamento de Abadie e Imbens (2002), que irá proporcionar novas evidências quando comparadas às pesquisas precedentes, citadas anteriormente, permitindo considerar a heterogeneidade do efeito durante o processo de estimação.

O estudo do processo de aprendizado no comércio exterior brasileiro é importante não somente para conhecer melhor os níveis de produtividade no âmbito das firmas, mas também como subsídio da política industrial e tecnológica do comércio exterior. A fim de atingir os objetivos, na seção 2 são apresentados os aspectos metodológicos do trabalho. A seção 3 é dedicada à apresentação dos dados utilizados e à análise dos resultados que foram obtidos. Por último, a seção 4 destina-se às conclusões do trabalho.

## 2 ASPECTOS METODOLÓGICOS

### 2.1 Modelo empírico utilizado

A fim de conhecer melhor o efeito aprendido no comércio exterior brasileiro, serão realizadas, neste trabalho, estimativas utilizando o avaliador de pareamento não paramétrico desenvolvido por Abadie e Imbens (2002, 2006), com o objetivo de calcular o efeito sobre a produtividade da entrada das firmas brasileiras no mercado exportador – efeito aprendido –, controlando, porém, o viés de seleção sob variáveis observáveis.

Para tratar da questão do aprendizado, o método de Abadie e Imbens foi adotado porque apresenta algumas vantagens em relação a outros métodos tradicionalmente utilizados. Zhao (2004), por exemplo, ao comparar o estimador proposto por Abadie e Imbens (2002) e o método Propensity Score Matching (PSM), argumenta que o primeiro apresenta algumas vantagens. O autor observa que o método de Abadie e Imbens apresenta frequentemente baixo erro-padrão quando comparado ao PSM e, em muitos casos, baixo erro quadrado médio. Outra vantagem do estimador Abadie e Imbens em relação ao PSM, apontada por Zhao (2004), é que as estimativas dos erros-padrão são assintoticamente consistentes, desde que o viés resultante do pareamento imperfeito sobre as covariáveis seja corrigido (Abadie e Imbens, 2006). Neste trabalho é usado o estimador Abadie-Imbens para mensurar o efeito tratamento médio sobre os tratados – *average effects on the treat*

(ATT). Com o propósito de controlar o viés de seleção será utilizada a variável de controle produtividade das firmas antes de começarem a exportar.<sup>4</sup> Conforme será visto, são usados mínimos quadrados lineares da variável de resultado, PTF, sobre as seguintes covariáveis consideradas exógenas: idade da empresa, idade da empresa ao quadrado, capital físico da empresa, propriedade privada/pública da empresa e setor industrial onde a empresa atua.

A adoção desta técnica permite responder à seguinte pergunta: Qual teria sido o crescimento da produtividade das firmas que exportam, caso elas não o tivessem feito? A construção de um grupo contrafactual torna-se necessária para estimar o efeito médio da exportação sobre a produtividade das firmas estreates. Portanto, o objetivo é estimar o efeito médio sobre uma subamostra (de firmas estreates) e não sobre toda a população, consistindo desse modo em uma análise de equilíbrio parcial. Assim, o objetivo é estimar o efeito médio das exportações sobre a produtividade das firmas estreates (grupo de tratamento). Na literatura econométrica, esse efeito é denominado efeito tratamento médio sobre a participação dos tratados.

A construção do grupo contrafactual permite analisar qual teria sido o crescimento da produtividade de uma firma que exporta, caso ela não tivesse ingressado no mercado exportador. O problema existente nesse tipo de análise é que o grupo contrafactual não é observado, sendo, portanto, necessário comparar o comportamento da produtividade das firmas exportadoras com um grupo de controle de firmas semelhantes, mas que não exportam. O interesse neste artigo consiste em saber se as firmas tornam-se mais produtivas, ou seja, se a taxa de crescimento da produtividade delas é maior, quando ingressam no mercado de exportação.

Seguindo a literatura recente sobre o assunto, serão apresentados, a seguir, os detalhes do método de estimação. O método proposto segue de perto a sugestão de De Loecker (2007). Admita-se que uma dada firma  $i$  começa exportando no período  $t = 0$ ; que seja  $\varpi_{it}$  a produtividade da firma  $i$  no período  $t$  e  $Exp_{it}$  uma variável binária que assume valor 1 caso a firma seja estreate e zero em caso contrário. Define-se firma estreate como sendo aquela que começou a exportar durante o período analisado. Na análise empírica que será realizada na próxima seção, para o Brasil, esse período é 2000-2002. O efeito causal do aprendizado pode ser analisado ao se verificar a seguinte diferença:  $(\varpi_{it}^1 - \varpi_{it}^0)$ , em que os superescritos indicam o *status* exportador ou não (1 = exportador, 0 = não exportador). Como foi dito anteriormente, o problema existente nesta análise é que  $\varpi_{it}^0$  não é observado. Seguindo a sugestão de Heckman, Ichimura e Todd (1998), é possível definir o

---

4. Para identificar a relação causal entre começar a exportar e ganho de produtividade é necessário que as variáveis não observadas que determinam a produtividade não sejam correlacionadas.

efeito sobre a produtividade como resultado da entrada no mercado exportador da seguinte forma:

$$E\{(\varpi_{it}^1 - \varpi_{it}^0) | Exp_i = 1\} = E\{(\varpi_{it}^1) | Exp_i = 1\} - E\{(\varpi_{it}^0) | Exp_i = 1\} \quad (1)$$

A grande dificuldade de mensuração nesta expressão está em identificar o contrafactual do último termo à direita da equação (1), ou seja, o efeito sobre a produtividade das firmas não exportadoras ( $\varpi_{it}^0$ ), caso as mesmas participassem do mercado de exportação ( $Exp_i = 1$ ). Na identificação dos grupos, são levadas em conta as diferentes características presentes e passadas entre firmas estreadas e firmas não exportadoras, ou seja, os grupos são determinados por um conjunto de características observáveis  $X$ . A mais importante variável de controle é a produtividade, pois o processo de autoseleção é basicamente identificado pelos ganhos de produtividade das firmas exportadoras nos períodos que precedem ao ingresso no mercado externo. Desse modo, é necessário incluir a variável produtividade antes de exportar no procedimento de pareamento.<sup>5</sup>

Pretende-se, portanto, definir um grupo de controle denominado grupo contrafactual, tão parecido quanto possível ao grupo de firmas exportadoras em termos de variáveis observáveis – sejam  $X_i^0$  e  $X_i^1$  os vetores de variáveis observadas para o grupo de controle e para o grupo de firmas exportadoras, respectivamente.<sup>6</sup> A construção de um grupo contrafactual deve ser de tal forma que qualquer diferença entre as características das firmas seja eliminada, isto é, o pareamento deve ser o mais exato possível. Se o pareamento não é exato, estas discrepâncias em relação às variáveis observadas podem gerar um viés. Utilizar-se-á, então, o estimador de pareamento com viés corrigido proposto por Abadie e Imbens (2002). A principal contribuição deste estimador consiste em reduzir o viés gerado pela impossibilidade de achar firmas idênticas. Desta forma, o estimador ajusta os vetores de variáveis observáveis entre os dois grupos.

Abadie e Imbens (2002, 2006) e Imbens (2004) sugerem um procedimento que, adaptado ao objetivo deste artigo, permite obter o efeito médio das exportações sobre a produtividade das firmas exportadoras (ATT). Assim, seja  $N$  o número de

5. A produtividade da firma antes do ingresso no mercado exportador é considerada um determinante importante tanto no processo de seleção (pois entrarão no mercado externo apenas aquelas firmas mais produtivas) quanto no resultado pós-entrada (ao afetar a produtividade futura). Por exemplo, as empresas mais produtivas apresentam maior probabilidade de entrada, consequentemente, a produtividade pré-entrada está correlacionada com a produtividade futura. Assim, a inclusão da variável de controle produtividade antes do ingresso no mercado exportador possibilita ainda evitar o problema da endogeneidade (Araújo, Kannebley e Selan, 2008).

6. Na construção da produtividade do grupo contrafactual foi adotado o procedimento a seguir. Para a firma aleatoriamente ordenada, calcula-se a distância entre a primeira empresa estreada e todas as firmas não exportadoras. A distância,  $d(i, j)$  utilizada é a distância de Mahalanobis:  $d(i, j) = (X_i^1 - X_j^0)' C^{-1} (X_i^1 - X_j^0)$ , em que  $X_i^1$  e  $X_j^0$  são vetores das variáveis observáveis das firmas estreadas e das firmas não exportadoras, respectivamente, e  $C$  é a matriz de variância-covariância das variáveis observáveis das firmas não exportadoras. Desta forma, quanto menor for a distância entre os dois grupos, mais parecidas serão as firmas.

firmas estreantes (grupo de tratamento) e sejam  $\varpi^1$  e  $\varpi^0$  as produtividades totais dos fatores estimadas para as firmas estreantes e não exportadoras, respectivamente.

O número de firmas não exportadoras (grupo de controle) é denotado por  $N_i^0$  e o peso  $\varpi_{ij} = \frac{1}{N_i^0}$ , de forma que cada firma  $i$  que começa a exportar é pareada (*matched*) com  $N_i^0$  firmas do grupo de controle. Após estas definições, é possível apresentar o procedimento de estimação.<sup>7</sup>

O primeiro passo consiste em realizar uma estimativa de duas funções de regressão,  $\mu_D = E[\varpi_i(Exp_i) | X_i = x_i]$  para os grupos de tratamento e de controle. Seguindo Rubin (1973) e Abadie e Imbens (2002), as referidas funções são aproximadas por regressões lineares e incorpora-se esta informação na imputação contrafactual (para a fórmula exata, ver artigo de Abadie e Imbens, 2002, 2006). Abadie e Imbens (2002) mostram que a correção do viés é realizada não parametricamente, sendo o estimador resultante consistente e assintoticamente normal. Convém registrar ainda que, dada a possibilidade de, dependendo do perfil das firmas, o efeito das exportações ser diferente, não parece adequado estimá-lo assumindo que seja igual para todas as firmas (homocedasticidade) e ainda invariável no tempo (constante). Sendo assim, neste trabalho foi utilizado o estimador de variância robusta proposto por Abadie e Imbens (2002). Foram realizados quatro pareamentos para efeitos de cálculo da variância robusta, seguindo a sugestão dos referidos autores.

A partir da estimação da regressão, é possível gerar os valores previstos da produtividade  $\hat{\varpi}_{it}^0$ , construindo, portanto, o grupo contrafactual. A produtividade deste grupo é utilizada na construção de dois estimadores importantes para a estimação do efeito aprendizado e que são descritos a seguir. Caso uma firma, em um dado período de tempo  $t$ , tome a decisão de ingressar no mercado exportador, definiremos  $s$  como todos os períodos de tempo que sucedem a sua entrada;  $\hat{\varpi}_{is}^0$  representa a produtividade do grupo de controle (grupo contrafactual) obtida pela regressão linear;  $N^1$  é o número de firmas estreantes (grupo de tratamento); e  $N^0$  representa o número de firmas não exportadoras (grupo de controle). O primeiro estimador  $\beta_{LBE}^s$ , o efeito aprendizado das exportações, para cada período  $s$  após a estreia da firma no comércio internacional, é dado pela seguinte expressão:

$$\beta_{LBE}^s = \frac{1}{N^1} \sum_i \left( \varpi_{is}^1 - \sum_{j \in N^0} \omega_{ij} \hat{\varpi}_{is}^0 \right) \tag{2}$$

7. Para mais detalhes, ver Abadie e Imbens (2002, 2006) e Imbens (2004).

Ou seja, estima-se a produtividade das firmas estreantes, comparando com (a média ponderada) a produtividade das firmas do grupo de controle (não exportadoras) e usando o estimador de pareamento com viés corrigido para cada período  $s$ . Enfim, é uma estimativa do quão mais produtivas são as firmas estreantes, em cada período  $s$ , depois de ingressarem no comércio internacional, quando comparadas com as firmas não exportadoras.

O segundo estimador fornece o efeito tratamento médio acumulado, isto é, a trajetória da produtividade ao longo do período  $s$ , após a estreia da firma no comércio internacional. Esse estimador é dado pela seguinte expressão:

$$\beta_{LBE}^s = \frac{1}{N^1} \sum_i \left( \sum_{s=0}^s \varpi_{is}^1 - \sum_{s=0}^s \sum_{j \in N^1} \omega_{ij} \widehat{\varpi}_{is}^0 \right) \quad (3)$$

Assim se determina a trajetória da produtividade média acumulada para cada período de tempo, o que permitirá observar a trajetória da produtividade das firmas após a entrada no comércio, comparativamente à trajetória da produtividade das firmas do grupo de controle (não exportadoras). Na verdade, será usada uma medida de crescimento da produtividade das firmas estreantes, comparando com (a média ponderada) o crescimento da produtividade das firmas do grupo de controle (não exportadoras) e usando o estimador de pareamento de vizinho mais próximo com viés corrigido de Abadie e Imbens para cada período  $s$ . A taxa de crescimento da produtividade é construída condicionando-a aos níveis de produtividade de pré-exportação. Desta forma, o efeito médio da exportação é estimado comparando mudanças na produtividade das empresas estreantes ( $\Delta \varpi_i^1 = \varpi_{i,t+j}^1 - \varpi_{i,t-1}^1$ ) e não exportadoras ( $\Delta \varpi_i^0 = \varpi_{i,t+j}^0 - \varpi_{i,t-1}^0$ ), em que  $j = 0, 1$ . As estimativas da taxa de crescimento da produtividade que serão apresentadas para o Brasil  $j = 0, 1$  correspondem, respectivamente, a 2001 e 2002, e o período pré-entrada 2000 foi definido como  $t - 1$ .

Para mensurar ainda o ganho de produtividade durante todo o período pós-entrada, foi construída a variável produtividade acumulada pós-entrada, medida pelo somatório da produtividade obtida no ano de entrada com a produtividade alcançada um ano após a entrada.

Conforme dito anteriormente, a fim de aprofundar a análise do efeito aprendido por meio das exportações no Brasil, foi realizado um processo de segmentação das firmas. Primeiro, a existência de ganhos de produtividade *ex post* foi avaliada desagregando a análise de acordo com o setor industrial em que a firma atua, a região de atuação da firma, os níveis de investimento em P&D, a proporção de trabalhadores qualificados, o tamanho da empresa e, por fim, com

o percentual da produção exportada pela firma. Para cada caso, foi obtido o efeito aprendizado, o que permite estratificar o efeito aprendizado por intermédio da exportação, de acordo com a heterogeneidade das firmas brasileiras.

O método de pareamento descrito anteriormente foi igualmente aplicado em cada caso para obtenção do efeito aprendizado. Entretanto, vale fazer a ressalva de que a estratificação dos dados, de acordo com determinadas características específicas das firmas, reduz expressivamente o tamanho da amostra, o que pode afetar a significância estatística dos parâmetros estimados e, conseqüentemente, gerar conclusões errôneas sobre a existência ou não do efeito aprendizado via exportações. Por esta razão, o método adotado para obter estimativas do parâmetro de interesse e verificar sua significância estatística foi o estimador de pareamento de vizinho mais próximo, com correção de viés pelo método de Abadie e Imbens.

### **3 DADOS UTILIZADOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS**

#### **3.1 Dados utilizados**

A base de dados utilizada para estudar o processo de aprendizado no comércio exterior brasileiro foi o World Bank (2003). Esses dados são obtidos por meio de uma pesquisa de amostra representativa do setor privado brasileiro realizada pelo Banco Mundial e abrangem um amplo leque de temas no ambiente de negócios, incluindo o acesso ao financiamento, a corrupção, a infraestrutura, a criminalidade, a concorrência e medidas de desempenho. Os setores manufatureiros e de serviços são os setores de interesse na pesquisa. As entrevistas são realizadas em empresas formais, com cinco ou mais empregados. As empresas de serviços incluem a construção, varejo, atacado, hotéis, restaurantes, transporte, armazenagem, comunicações e tecnologia de informação. Empresas 100% estatais não são elegíveis para participarem da pesquisa. A metodologia da amostragem usada é a amostragem aleatória estratificada, com reposição. A pesquisa realizada para o Brasil fornece informações individuais para 1.642 firmas industriais brasileiras entrevistadas no ano de 2003. Ao usar ponderações amostrais, a pesquisa torna-se representativa para 17.631 empresas industriais brasileiras. Segundo a Classificação Nacional das Atividades Econômicas (Cnae 1.0), os setores da indústria de transformação abrangidos pela pesquisa são: alimentos, têxtil, vestuário/confecções, calçados/artigos de couro, maquinários/máquinas, produtos eletrônicos, peças de automóveis/autopeças e móveis. A pesquisa também fornece dados do ano em que a firma entrou pela primeira vez no mercado exportador.

Apesar de ter como base o ano de 2003, a pesquisa contém informações para o triênio 2000-2002, o que permite a construção de um painel não balanceado de firmas exportadoras, não exportadoras e estreates. A base de dados da pesquisa fornece, entre outras, informações sobre o valor da produção, insumos utilizados

pela empresa (número total de empregados, número de trabalhadores qualificados e não qualificados, energia e matéria-prima), distribuição espacial das firmas, indicadores de inovações em processos e produto, valor e destino da produção e valor das exportações das firmas por país de destino. Informações estas importantes para as evidências empíricas deste artigo.

A tabela 1 apresenta algumas informações preliminares sobre as características das empresas e compara os vários atributos entre firmas não exportadoras e firmas estreantes (novas exportadoras) para os três anos amostrais. Seguindo Clerides, Lach e Tybout (1998), restringiu-se a amostra de modo a considerar apenas as firmas que nunca exportaram e aquelas que começaram a exportar durante o período analisado e nunca mais pararam (firmas estreantes). Assim, são excluídas da amostra as firmas que apresentam exportações em todos os anos (sempre exportadoras), as firmas que alternam seu *status* de exportação/não exportação (firmas volúveis) e as firmas que começam o período amostral como exportadora e abandonam (firmas desistentes). Desta forma, o total de empresas fica restrito a 12.950 unidades.

Observa-se, na tabela 1, que as firmas estreantes (novas exportadoras) são mais produtivas, tanto no que se refere à produtividade do trabalho quanto à PTF, quando comparadas com as firmas não exportadoras em todo o período analisado. Em termos de número de trabalhadores, as firmas exportadoras são, em média, maiores que as firmas não exportadoras. Assim, a produtividade média do trabalho das estreantes, medida pela razão entre o produto total e o número total de empregados, é mais alta quando comparada às não exportadoras. Observa-se, ainda, que a razão capital-trabalho e o número de trabalhadores para as firmas estreantes são maiores do que para as firmas não exportadoras.

Os dados revelam que as empresas estreantes tendem a pagar salários médios superiores em comparação às firmas não exportadoras. Portanto, poderia ser um erro atribuir o diferencial observado de produtividade (total dos fatores ou do trabalho) entre firmas exportadoras e não exportadoras com base inteiramente no fato de ser exportadora ou tornar-se exportadora. Firmas exportadoras podem ter uma alta relação capital por trabalhador, serem mais jovens ou serem maiores (maior número de trabalhadores), e estes atributos poderiam representar uma vantagem. Logo, para isolar os aspectos relacionados aos ganhos de produtividade gerados pela exportação e comparar firmas comparáveis, será empregado o método de pareamento e a análise de diferença em diferença, descritos na seção 2, cujos resultados detalhados serão apresentados a seguir.

TABELA 1  
**Estatísticas descritivas: características das empresas não exportadoras, estreates e amostra completa (2000-2002)**

| Variáveis                       | 2000             |                  |                | 2001             |                  |                | 2002             |                  |                |
|---------------------------------|------------------|------------------|----------------|------------------|------------------|----------------|------------------|------------------|----------------|
|                                 | Amostra completa | Não exportadoras | Estreates      | Amostra completa | Não exportadoras | Estreates      | Amostra completa | Não exportadoras | Estreates      |
| Número de empresas              | 12.950           | 12.486           | 464            | 12.950           | 12.774           | 176            | 12.950           | 12.686           | 264            |
| Log (PTF)                       | 4,60<br>(0,90)   | 4,58<br>(0,91)   | 4,91<br>(0,70) | 4,62<br>(0,90)   | 4,61<br>(0,90)   | 5,01<br>(0,63) | 4,64<br>(0,94)   | 4,64<br>(0,95)   | 4,89<br>(0,65) |
| Log (produtividade do trabalho) | 6,19<br>(1,07)   | 6,16<br>(1,23)   | 6,94<br>(1,33) | 6,4<br>(1,35)    | 6,38<br>(1,35)   | 7,03<br>(0,95) | 6,42<br>(1,34)   | 6,41<br>(1,34)   | 6,73<br>(1,18) |
| Log (capital por trabalhador)   | 1,59<br>(1,73)   | 1,57<br>(1,74)   | 1,93<br>(1,70) | 1,69<br>(1,72)   | 1,69<br>(1,71)   | 1,55<br>(2,16) | 1,76<br>(1,71)   | 1,74<br>(1,71)   | 2,29<br>(1,37) |
| Log (emprego total)             | 3,94<br>(1,18)   | 3,93<br>(1,18)   | 4,16<br>(1,11) | 3,99<br>(1,15)   | 3,98<br>(1,15)   | 4,37<br>(0,98) | 4,02<br>(1,16)   | 4,00<br>(1,16)   | 4,50<br>(0,97) |
| Log (salário médio)             | 4,51<br>(1,09)   | 4,50<br>(1,08)   | 4,77<br>(1,32) | 4,59<br>(1,03)   | 4,58<br>(1,03)   | 4,84<br>(0,97) | 4,64<br>(1,09)   | 4,63<br>(1,08)   | 4,83<br>(1,29) |

Elaboração dos autores.

Obs.: 1. Desvio-padrão das variáveis entre parênteses.

2. As estatísticas foram obtidas usando pesos amostrais.

### 3.2 Resultados obtidos

Na tabela 2, são apresentados os resultados obtidos para o crescimento da PTF e para o crescimento da produtividade do trabalho na indústria de transformação brasileira.<sup>8</sup> A coluna (a) exibe os efeitos da entrada sobre o crescimento da produtividade para o ano de entrada ( $S = 0$ ), e a coluna (b), para um ano após a entrada ( $S = 1$ ). Na coluna (c) são apresentados os ganhos de produtividade acumulados a partir da entrada da firma no mercado internacional. Esses dados mostram os ganhos médios de produtividade das firmas *ex post* à entrada no mercado exportador, ou seja, o efeito aprendido por meio da exportação. Seguindo a recomendação de Abadie e Imbens (2002), foram realizados quatro pareamentos por tratamento, isto é, quatro empresas não exportadoras são pareadas para cada empresa nova exportadora (estreadante).<sup>9</sup>

TABELA 2

#### Ganhos médios de produtividade ao exportar: o efeito aprendido das exportações

| Medida                    | $S = 0$<br>(a)   | $S = 1$<br>(b)      | Produtividade<br>acumulada<br>(c) | Número de firmas |         |                            |
|---------------------------|------------------|---------------------|-----------------------------------|------------------|---------|----------------------------|
|                           |                  |                     |                                   | $S = 0$          | $S = 1$ | Produtividade<br>acumulada |
| PTF                       | 0.104<br>(0.064) | 0.207**<br>(0.101)  | 0.298*<br>(0.126)                 | 748              | 726     | 726                        |
| Produtividade do trabalho | 0.115<br>(0.104) | 0.263***<br>(0.151) | 0.227<br>(0.296)                  | 749              | 748     | 748                        |

Elaboração dos autores.

Nota: \* Significância estatística em 1%; \*\* significância estatística em 5%; \*\*\* significância estatística em 10%.

Obs.: O algoritmo utilizado fez uso de quatro pareamentos, conforme sugestão de Abadie e Imbens (2002).

Os resultados da tabela 2 mostram que começar a exportar provoca significativo e elevado crescimento da produtividade, porém apenas um ano após a entrada no mercado exportador. No ano de entrada no mercado externo, não foi encontrada evidência de crescimento da produtividade. No primeiro ano após a entrada, os coeficientes são positivos e significativos. As empresas exportadoras tornam-se em média 20,7% mais produtivas quando comparadas às não exportadoras, com base no conceito de PTF, e 26,3%, com base no conceito de produtividade do trabalho, no primeiro ano como exportadoras. Em outras palavras, a entrada no mercado de exportação tem efeitos temporários sobre o crescimento da produtividade, especialmente no primeiro ano depois da entrada.

8. A estimação da PTF constitui uma tarefa profícua de pesquisa. Neste artigo, ela foi estimada utilizando o método semiparamétrico de Levinsohn e Petrin (2003). Diferente do método de Olley e Pakes (1996), que usa a decisão do nível de investimento como variável *proxy* para a produtividade da firma, Levinsohn e Petrin (2003) usam os insumos intermediários (energia, matéria-prima etc.) como uma *proxy*. Neste trabalho os gastos com energia incluem energia elétrica, combustíveis etc. As regressões estimadas não são apresentadas neste artigo, contudo estão disponíveis e podem ser obtidas mediante solicitação aos autores do artigo.

9. A fim de verificar a sensibilidade dos resultados à escolha do número de pareamentos, foram realizadas simulações que consideram outros números de pareamentos. Porém, as estimativas obtidas se mostraram razoavelmente semelhantes a outros números de pareamentos. Os resultados obtidos não são apresentados neste trabalho, mas estão disponíveis e podem ser obtidos mediante solicitação aos autores do artigo.

No tocante à produtividade acumulada, o efeito foi positivo e significativo apenas com base no conceito de PTF. O crescimento da produtividade para as empresas estreadoras foi, em média, de 29,8%, ao longo de todo o período pós-entrada, quando comparado às empresas não exportadoras. Os resultados parecem mostrar a existência de ganhos contínuos durante todo o período pós-entrada; logo, o efeito aprendizado parece estar presente.

A seguir, será analisado o efeito aprendizado, segundo as características específicas das firmas (tabela 3). Com a utilização do conceito de PTF, serão apresentadas as estimativas do efeito aprendizado por meio das exportações obtidas, segundo a região brasileira de atuação da firma, excetuando a região Norte, por insuficiência de dados.<sup>10</sup>

TABELA 3

**Ganhos médios de produtividade pós-entrada segundo regiões brasileiras: conceito PTF**

| Região       | S = 0<br>(a)      | S = 1<br>(b)       | Produtividade acumulada<br>(c) | Número de firmas |       |                         |
|--------------|-------------------|--------------------|--------------------------------|------------------|-------|-------------------------|
|              |                   |                    |                                | S = 0            | S = 1 | Produtividade acumulada |
| Sul          | -0.039<br>(0.061) | 0.111<br>(0.114)   | 0.072<br>(0.141)               | 353              | 344   | 344                     |
| Sudeste      | 0.073<br>(0.068)  | 0.247**<br>(0.128) | 0.257<br>(0.234)               | 214              | 204   | 204                     |
| Centro-Oeste | 0.551*<br>(0.095) | 1.064*<br>(0.136)  | -1.049*<br>(0.258)             | 58               | 58    | 58                      |
| Nordeste     | 0.106<br>(0.077)  | 0.482*<br>(0.138)  | 0.387<br>(0.348)               | 118              | 115   | 118                     |

Elaboração dos autores.

Nota: \* Significância estatística em 1%; \*\* significância estatística em 5%; \*\*\* significância estatística em 10%.

Obs.: O algoritmo utilizado fez uso de quatro pareamentos, conforme sugestão de Abadie e Imbens (2002).

Os resultados mostram que as regiões brasileiras Centro-Oeste, Sudeste e Nordeste apresentam efeitos positivos e significativos de aprendizado, porém divergem quanto à duração. O Centro-Oeste exhibe elevados ganhos imediatos e futuros de produtividade (no primeiro ano após a entrada), o que representa que o efeito é permanente para as empresas desta região que ingressam no mercado exportador. Quanto ao Nordeste e ao Sudeste, há efeitos somente no primeiro ano pós-entrada, sendo o efeito aprendizado para a primeira região superior ao da segunda. Já para a região Sul do Brasil não foi encontrada evidência significativa de aprendizado.

A existência ou não de aprendizado por meio da exportação foi analisada também no nível de setor industrial para o Brasil. Entretanto, conforme já discutido, os resultados desagregados podem ser afetados pelo número menor de observações

10. A base de dados não contempla todos os estados da federação, de forma que a análise se restringiu a regiões definidas apenas com os estados disponíveis na amostra. Assim: *i)* Sudeste, formada pelos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais; *ii)* Sul, pelos estados de Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Paraná; *iii)* Centro-Oeste, pelos estados de Goiás e Mato Grosso; e *iv)* Nordeste, pelos estados de Ceará, Paraíba, Maranhão e Bahia.

utilizadas. A interpretação dos resultados obtidos, portanto, deve ser feita com cautela.<sup>11</sup> Estes resultados estão apresentados na tabela 4.

TABELA 4

**Ganho médio de produtividade pós-entrada por setor industrial: efeito aprendido das exportações**

| Setor industrial            | S = 0<br>(a)       | S = 1<br>(b)        | Produtividade acumulada<br>(c) | Número de observações |       |                         |
|-----------------------------|--------------------|---------------------|--------------------------------|-----------------------|-------|-------------------------|
|                             |                    |                     |                                | S = 0                 | S = 1 | Produtividade acumulada |
| Alimentos                   | 0.139<br>(0.089)   | 0.169**<br>(0.076)  | 0.309*<br>(0.118)              | 60                    | 60    | 60                      |
| Têxtil                      | -0.371*<br>(0.102) | -6.091*<br>(0.547)  | -6.462*<br>(0.547)             | 44                    | 42    | 42                      |
| Vestuário e confecções      | 0.252*<br>(0.071)  | 0.196***<br>(0.111) | -0.777<br>(0.569)              | 250                   | 243   | 250                     |
| Calçados e artigos de couro | 0.17<br>(0.202)    | 0.026<br>(0.091)    | 0.199<br>(0.201)               | 64                    | 70    | 64                      |
| Produtos químicos           | 0.809*<br>(0.112)  | 0.734**<br>(0.326)  | 1.542*<br>(0.581)              | 28                    | 28    | 28                      |
| Maquinários e máquinas      | 0.174<br>(0.811)   | 1.613***<br>(0.941) | 3.804**<br>(1.771)             | 64                    | 62    | 62                      |
| Produtos eletrônicos        | 0.494*<br>(0.163)  | 0.984*<br>(0.198)   | 1.242*<br>(0.287)              | 26                    | 26    | 26                      |
| Equipamentos de transportes | -0.099*<br>(0.03)  | -0.149*<br>(0.053)  | -0.696*<br>(0.056)             | 49                    | 49    | 49                      |
| Móveis                      | 0.852*<br>(0.138)  | 2.095*<br>(0.267)   | 4.439*<br>(0.302)              | 157                   | 152   | 152                     |

Elaboração dos autores.

Nota: \* Significância estatística em 1%; \*\* significância estatística em 5%; \*\*\* significância estatística em 10%.

Obs.: Foi usado o estimador de Abadie e Imbens (2002).

Observa-se na tabela 4 que, no nível de setor industrial, o efeito aprendido aparece com destaque e em período de ocorrência diferente. Percebe-se também que alguns setores apresentam sinal negativo. Apenas no setor de calçados e artigos de couro não há evidência de ganho de produtividade pós-entrada, o que reflete que o efeito aprendido parece não estar presente neste setor.

Os resultados apontam, ainda, que existem impactos da exportação sobre a produtividade imediatamente e em um período (um ano) posterior à entrada no comércio nos seguintes setores: têxtil, vestuário e confecções, produtos químicos, produtos eletrônicos, equipamentos de transportes e móveis.

Os setores de alimentos e máquinas exibiram efeitos positivos e significativos de ganhos de produtividade apenas no período (um ano) pós-entrada. Já os seto-

11. A definição dos setores considerados neste trabalho segue a Cnae 2.0. São eles: alimentos, têxtil, vestuário/confecções, calçados/artigos de couro, produtos químicos, maquinários/máquinas, produtos eletrônicos, peças de automóveis/autopeças e móveis.

res têxtil e de equipamentos de transportes exibem efeito negativo e significativo, sugerindo perda de produtividade.

No caso do setor têxtil a abertura da economia, a concorrência internacional e o baixo investimento em P&D poderiam explicar a perda de produtividade encontrada. Estes fatores também ajudam a compreender o relativo declínio do número de firmas brasileiras deste setor no comércio internacional e, ainda, a queda de participação das exportações da indústria têxtil na pauta total das exportações brasileiras.

Quanto à diferença de produtividade acumulada entre empresas novas exportadoras e empresas não exportadoras, somente o setor de calçados e artigos de couro não apresentou ganhos. O setor têxtil, vestuário e confecções e o de equipamentos de transportes exibiram perdas de produtividade. Três setores se destacam por apresentarem taxas de crescimento da produtividade positivas e superiores a 150%. São eles: produtos químicos, maquinários e máquinas, e móveis.

Finalmente, foi analisado o efeito aprendizado de acordo com as seguintes características específicas das firmas: tamanho; proporção de trabalho qualificado no total dos trabalhadores; proporção de investimentos em P&D/produção total e a margem intensiva, definida esta última como exportações/vendas totais. No intuito de obter estimativas robustas, foi utilizado, mais uma vez, o estimador de Abadie e Imbens (2002). Os resultados do efeito aprendizado segundo estas características estão apresentados na tabela 5.

O tamanho das firmas foi segmentado em pequeno porte (firmas com número de trabalhadores menor que 10), médio porte (firmas com número de trabalhadores entre 11 e 49) e grande porte (firmas com número de trabalhadores maior que 50). A tabela 5 mostra que o efeito aprendizado por meio da exportação foi observado apenas para as firmas exportadoras de pequeno porte, com crescimento da produtividade de aproximadamente 115,4%. Este resultado corrobora os resultados já encontrados em nível internacional por Hahn e Park (2009) e Albornoz e Ercolani (2007) acerca de ganhos de produtividade *ex post* para firmas pequenas.

A tabela 5 apresenta, ainda, os ganhos de produtividade de acordo com a proporção de trabalhadores qualificados dentro do total de trabalhadores da firma (qualificados e não qualificados). Espera-se que, quanto maior a capacidade de aprendizado dos trabalhadores, maiores sejam os ganhos de produtividade *ex post*. Dada esta hipótese, buscou-se avaliar o efeito aprendizado segundo a capacidade de apropriação dos conhecimentos por parte dos trabalhadores envolvidos na atividade de exportação. Assim, para o grupo de empresas com proporção de trabalhadores qualificados inferior a 10% do total de trabalhadores, não foi observado o efeito aprendizado. Fato igualmente constatado para o grupo de empresas com proporção entre 10% e 40% (grupo de média qualificação). Entretanto, para o último grupo que apresenta proporção de trabalhadores qualificados superior a 40% (grupo de alta

qualificação), os ganhos são imediatos à entrada, em média, 10,6%. Portanto, estes resultados parecem apontar que existe uma relação positiva entre ganhos de produtividade *ex post* e nível de capital humano na firma e, também, que somente as firmas com proporção significativa de trabalhadores qualificados garantem a existência de efeito aprendizado por meio das exportações.

TABELA 5

**Ganho médio de produtividade pós-entrada segundo características específicas das firmas: efeito aprendido por meio das exportações**

| Característica       | Estratificação | S = 0<br>(a)        | S = 1<br>(b)        | Produtividade acumulada<br>(c) | Número de observações |       | Produ-<br>tividade<br>acumu-<br>lada |
|----------------------|----------------|---------------------|---------------------|--------------------------------|-----------------------|-------|--------------------------------------|
|                      |                |                     |                     |                                | S = 0                 | S = 1 |                                      |
| Tamanho              | Pequena        | 0.088<br>(0.148)    | 1.154*<br>(0.169)   | 0.991*<br>(0.333)              | 184                   | 178   | 178                                  |
|                      | Média          | 0.142<br>(0.111)    | 0.146<br>(0.161)    | 0.257<br>(0.183)               | 417                   | 404   | 404                                  |
|                      | Grande         | 0.054<br>(0.069)    | 0.085<br>(0.087)    | 0.139<br>(0.414)               | 147                   | 144   | 144                                  |
| Trabalho qualificado | Baixa          | 0.038<br>(0.055)    | 0.121<br>(0.108)    | 0.159<br>(0.111)               | 236                   | 229   | 229                                  |
|                      | Média          | -0.084<br>(0.044)   | 0.213<br>(0.237)    | 0.133<br>(0.237)               | 92                    | 89    | 89                                   |
|                      | Alta           | 0.106***<br>(0.063) | n.d.                | n.d.                           | n.d.                  | n.d.  | n.d.                                 |
| P&D/produção         | Nenhum         | 0.108***<br>(0.057) | 0.141***<br>(0.077) | 0.234***<br>(0.124)            | 404                   | 395   | 395                                  |
|                      | Baixa          | n.d.                | n.d.                | n.d.                           | n.d.                  | n.d.  | n.d.                                 |
|                      | Média          | 0.345*<br>(0.101)   | 1.75*<br>(0.163)    | 3.501*<br>(0.867)              | 96                    | 100   | 96                                   |
|                      | Alta           | n.d.                | n.d.                | n.d.                           | n.d.                  | n.d.  | n.d.                                 |
| Margem intensiva     | Baixa          | 0.048<br>(0.053)    | 0.129<br>(0.101)    | 0.177<br>(0.608)               | 711                   | 690   | 690                                  |
|                      | Média e alta   | 0.266*<br>(0.004)   | 0.246*<br>(0.008)   | 0.438<br>(0.676)               | 37                    | 36    | 36                                   |

Elaboração dos autores.

Nota: \* Significância estatística em 1%; \*\* significância estatística em 5%; \*\*\* significância estatística em 10%.

n.d. = não disponível para aplicação do método.

Obs.: Foi usado o estimador de Abadie e Imbens (2002).

Quanto à característica de investimentos em P&D, foram considerados os seguintes grupos: sem nenhum investimento em P&D; com P&D baixo, no qual a razão de P&D/valor da produção é menor que 2%; com P&D médio, cuja taxa varia de 2% a 10%; e com alto P&D, com uma razão superior a 10%. Os resultados obtidos mostram que o efeito aprendido das exportações é estatisticamente significativo não somente para o grupo de firmas com média intensidade em P&D,

mas, surpreendentemente, para aquele grupo sem nenhum investimento em P&D. Este último resultado também parece semelhante àquele obtido por Hahn e Park (2009) e Albornoz e Ercolani (2007) em nível internacional.

Finalmente, a tabela 5 mostra o efeito aprendizado segundo a margem intensiva, definida como exportações/vendas totais da firma. Foram considerados dois grupos, o primeiro com baixa intensidade de exportação (razão exportações/vendas totais menor que 10%). Para este grupo, o crescimento da produtividade das iniciantes não apresentou significância estatística, isto é, aparentemente as firmas com baixa margem de exportações não exibem ganhos de produtividade. Para o segundo grupo, com margem intensiva média e alta (razão exportações/vendas totais maior que 10%), os ganhos de produtividade são significativos, em média 25% para ambos os períodos. No entanto, a amostra deste grupo é menor, e os resultados precisam ser analisados com a devida cautela. Feita esta ressalva, os resultados parecem mostrar que, quanto maior a proporção das vendas destinadas ao mercado exportador, maiores são os ganhos de produtividade da firma, o que quer dizer que o efeito aprendizado por meio das exportações é mais acentuado quanto mais engajada a firma estiver na atividade exportadora. Mais uma vez, estes resultados estão em consonância com a evidência empírica internacional sobre o assunto já citado.<sup>12</sup>

#### 4 CONCLUSÕES

O estudo da relação entre abertura comercial brasileira e crescimento da produtividade tem recebido significativa atenção por parte dos pesquisadores. Grande parcela destes estudos, porém, tem sido realizada com dados agregados. Contrapondo-se às análises setoriais já realizadas para o Brasil, este trabalho concentrou-se no aspecto microeconômico da produtividade. Teoricamente, a mudança da produtividade em nível de firma pode ser explicada pela ocorrência de processos de seleção e/ou de aprendizado no comércio internacional.

Este trabalho teve por objetivo verificar a existência ou não de processos de aprendizado no nível da firma no comércio internacional brasileiro, utilizando nova metodologia. Além disso, buscou-se conhecer o processo de segmentação do efeito aprendizado, ou seja, a importância do aprendizado segundo características específicas das firmas (percentual da produção exportada, denominado margem intensiva, proporção de gastos em P&D, tamanho da empresa, tipo de indústria e a distribuição espacial segundo as regiões brasileiras).

Os resultados parecem mostrar que as empresas exportadoras tornam-se, em média, 20,7 % mais produtivas quando comparadas às não exportadoras, no conceito

12. As estimativas apresentadas neste trabalho desconsideram possíveis efeitos de equilíbrio geral. Estes efeitos podem acontecer caso o ingresso de uma empresa no mercado exportador afete outras empresas do mesmo setor, da mesma cadeia produtiva, ou ainda empresas da região onde a empresa atua. Caso esses efeitos sejam importantes, as estimativas de equilíbrio parcial poderão apresentar um viés. Sobre as possibilidades empíricas desses efeitos, ver Clerides, Lach e Tybout (1998).

de PTF, e 26,3%, no conceito de produtividade do trabalho. Portanto, os resultados sugerem que o efeito aprendido está presente na indústria de transformação brasileira. O estudo da segmentação do efeito aprendido, segundo diversas características das firmas, revelou resultados similares aos verificados internacionalmente. A segmentação, segundo tipo de indústria, constatou que apenas no setor de calçados e artigos de couro não há evidência de ganhos de produtividade, enquanto os setores têxtil, vestuário e confecções, produtos químicos, produtos eletrônicos, equipamentos de transporte e móveis exibem impactos na produtividade gerados pelo ingresso na atividade exportadora. Os setores de alimentos e maquinários e máquinas apresentaram ganhos de produtividade, enquanto têxtil e equipamentos de transportes exibiram perdas de produtividade. Observou-se ainda que os ganhos de produtividade parecem depender da distribuição espacial das firmas. O efeito aprendido por meio da exportação parece estar presente nas regiões Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste do país.

Ao estudar o processo de aprendizado, segundo características específicas das firmas, os resultados parecem mostrar que: *i*) os ganhos de produtividade estão presentes apenas em firmas com alta margem intensiva; *ii*) o efeito aprendido parece ser mais significativo em firmas pequenas; *iii*) as empresas com maior proporção de trabalhadores qualificados exibem maiores ganhos de produtividade; e *iv*) o efeito aprendido parece ser significativo não somente para o grupo de firmas com média intensidade em P&D, mas, surpreendentemente, para aquele grupo sem nenhum investimento em P&D. Este último resultado parece estar em consonância com a evidência internacional.

Sendo este um trabalho de natureza empírica, ele tem suas limitações. A principal delas refere-se aos dados que foram utilizados. Idealmente, o estudo do efeito aprendido em nível de firma deveria considerar um intervalo de tempo maior, a fim de que o efeito aprendido seja plenamente verificado, porém nem sempre é possível reunir as informações necessárias. Assim, as conclusões deste trabalho devem ser consideradas com a devida cautela. A realização de pesquisas futuras, utilizando uma base de dados mais aprimorada, para um período de tempo maior que o aqui analisado, poderá confirmar ou refutar os resultados aqui apresentados.

## ABSTRACT

The aim of this paper is to analyze the productivity gains generated by the learning process of Brazilian firms in international trade. Using the Abadie-Imbens estimator, we evaluated productivity differences between exporting and non-exporting firms at different moments in time, controlling for the selection process. The results show evidence favorable to the learning effect: exporting companies become on average 20.7% more productive when compared to non-exporting firms based on the concept of total factor productivity and 26.3% more productive based on the concept of labor productivity. We also observed that the productivity gains depended on the spatial distribution of firms, industrial sector and specific characteristics of industries. The results are in line with international evidence on the subject.

**Keywords:** productivity; learning effect; exporting companies; Brazil.

## REFERÊNCIAS

- ABADIE, A.; IMBENS, G. **Simple and bias-corrected matching estimators**. Berkeley: University of California, Department of Economics, Tech. Rep., 2002.
- \_\_\_\_\_. Large sample properties of matching estimators for average treatment effects. **Econometrica**, v. 47, n. 1, p. 235-267, 2006.
- ALBORNOREZ, F.; ERCOLANI, M. **Learning by exporting: do firm characteristics matter? Evidence from Argentinian panel data**. University of Birmingham, 2007 (Working Paper).
- ARAÚJO, B. C. P. O. **Análise empírica dos efeitos ex-post das exportações sobre a produtividade, o emprego e a renda das empresas brasileiras**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA 34., 2006. Salvador: ANPEC, 2006.
- ARAÚJO, B. C. P. O.; KANNEBLEY, S.; SELAN, B. **Por que as firmas industriais dos países em desenvolvimento crescem após a estreia no mercado internacional? Evidências brasileiras, 2001-2005**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA 36., 2008. Salvador: ANPEC, 2008.
- ARBACHE, J. S. Inovações tecnológicas e exportações afetam o tamanho e a produtividade das firmas manufatureiras? Evidências para o Brasil. **Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras**. Brasília: Ipea, 2005.
- AW, B. Y.; CHUNG, S.; ROBERTS, M. J. Productivity and turnover in the export market: micro-level evidence from the Republic of Korea and Taiwan (China). **The world bank economic review**, v. 14, n. 1, p. 65-90, 2000.
- AW, B. Y.; HWANG, A. Productivity and the export market: a firm-level analysis. **Journal of development economics**, v. 47, n. 2, p. 313-332, 1995.
- BALDWIN, J. R.; GU, W. Export market participation and productivity performance in Canadian manufacturing. **Canadian journal of economics**, v. 36, n. 3, p. 634-657, 2003.
- BERNARD, A. B.; JENSEN, J. B. Exceptional exporter performance: cause, effect, or both? **Journal of international economics**, v. 47, n. 1, p. 1-25, 1999.
- BIGSTEN, A. *et al.* Do African manufacturing firms learn from exporting? **Journal of development studies**, v. 40, n. 3, p. 115-114, 2004.
- BLUNDELL, R.; COSTAS DIAS, M. Evaluation methods for non-experimental data. **Fiscal studies**, v. 21, n. 4, p. 427-468, 2000.
- CASTELLANI, D. Export behavior and productivity growth: evidence from Italian manufacturing firms. **Review of world economics/Weltwirtschaftliches archiv**, v. 138 n. 4, p. 605-628, 2002.
- CLERIDES, S.; LACH, S.; TYBOUT, J. R. Is learning by exporting important? Micro-dynamic evidence from Colombia, Mexico and Morocco. **The quarterly journal of economics**, v. 113, n. 3, p. 903-947, 1998.
- DELGADO, M. A.; FARIÑAS, J. C. ; RUANO, S. Firm productivity and export markets: a non-parametric approach. **Journal of international economics**, v. 57, n. 2, p. 397-422, 2002.
- DE LOECKER, J. K. Do exports generate higher productivity? Evidence from Slovenia. **Journal of international economics**, v. 73, n. 1, p. 69-98, 2007.
- GIRMA, S.; GREENWAY, D.; KNELLER, R. Does exporting increase productivity? A microeconomic analysis of matched firms. **Review of international economics**, v. 12, n. 5, p. 855-866, 2004.

GOMES, V.; ELLERY JÚNIOR, R. G. Perfil das exportações, produtividade e tamanho das firmas no Brasil. **Revista brasileira de economia**, v. 61, p. 33-48, 2007.

HAHN, C.H.; PARK, C. G. **Learning-by-exporting in Korean manufacturing**: a plant-level analysis. Economic Research Institute for Asean and East Asia, 2009 (Working Paper). Disponível em: <<http://www.eria.org/pdf/ERIA-DP-2009-04.pdf>>.

HALLAK, J. C. Product quality and the direction of trade. **Journal of international economics**, v. 68, p. 238-265, 2006.

HECKMAN, J.; ICHIMURA, H.; TODD, P. Matching as an econometric evaluation estimator. **Review of economic studies**, v. 65, p. 261-294, 1998.

HIDALGO, A. B.; DA MATA, D. Produtividade e desempenho exportador das firmas na indústria de transformação brasileira. USP impresso. **Estudos econômicos**, v. 39, p. 709-735, 2009.

IMBENS, G. Nonparametric estimation of average treatment effects under exogeneity: a review. **The review of economics and statistics**, v. 86, n. 1, p. 4-29, 2004.

KANNEBLEY, J. S. Firms heterogêneas e exportações: uma resenha à luz das evidências brasileiras. **Revista de economia contemporânea**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, p. 143-170, 2011.

KANNEBLEY, J. S. *et al.* Auto-seleção e aprendizado no comércio exterior das firmas industriais brasileiras. **Revista economia**, ANPEC, v. 10, n. 4, p. 715-740, 2009.

KRAAY, A. **Exports and economic performance: evidence from a panel of Chinese enterprises**. World Bank, 1999. Mimeografado.

LEVINSOHN, J.; PETRIN, A. K. Estimating production functions using inputs to control for unobservables. **Review of economic studies**, v. 70, n. 2, p. 317-342, 2003.

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

ROBERTS, M. J.; TYBOUT J. R. The decision to export in Colombia: an empirical model of entry with sunk costs. **American economic review**, v. 87, p. 545-564, 1997.

RUBIN, D. B. The use of matched sampling and regression adjustment to remove bias in observational studies. **Biometrics**, v. 29, p. 185-203, 1973.

WORLD BANK. **Investment climate survey Brazil**. Washington, DC: World Bank, 2003. Disponível em: <<http://www.enterprisesurveys.org>>.

VAN BIESEBROECK, J. Exporting raises productivity in Sub-Saharan African manufacturing firms. **Journal of international economics**, v. 67, n. 2, p. 373-391, 2005.

ZHAO, Z. Using matching to estimate treatment effects: data requirements, matching metrics, and Monte Carlo evidence. **Review of economics and statistics**, v. 86, n. 1, p. 91-107, 2004.

(Originais submetidos em 15 de março de 2011. Última versão recebida em 12 de março de 2013. Aprovada em 16 de abril de 2013.)



## **Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**

### **Editorial**

#### **Coordenação**

Claudio Passos de Oliveira

#### **Supervisão**

Andrea Bossle de Abreu

#### **Revisão**

Carlos Eduardo Gonçalves de Melo  
Cristina Celia Alcantara Possidente  
Edylene Daniel Severiano (estagiária)  
Elisabete de Carvalho Soares  
Lucia Duarte Moreira  
Luciana Nogueira Duarte  
Miriam Nunes da Fonseca

#### **Editoração**

Roberto das Chagas Campos  
Aeromilson Mesquita  
Aline Cristine Torres da Silva Martins  
Carlos Henrique Santos Vianna  
Hayra Cardozo Manhães (estagiária)  
Maria Hosana Carneiro Cunha

#### **Brasília**

SBS – Quadra 1 – Bloco J – Ed. BNDES,  
Térreo – 70076-900 – Brasília – DF  
Fone: (61) 3315-5336  
Correio eletrônico: [livraria@ipea.gov.br](mailto:livraria@ipea.gov.br)



Composto em Adobe Garamond 11/13,2 (texto)  
Frutiger 47 (títulos, gráficos e tabelas)  
Impresso off-set 90g/m<sup>2</sup>  
Cartão supremo 250g/m<sup>2</sup> (capa)  
Rio de Janeiro - RJ



## **NOTA AOS COLABORADORES DE PESQUISA E PLANEJAMENTO ECONÔMICO**

1. A revista só analisa, com vistas a eventual publicação, artigos com conteúdo inédito, tanto no país quanto no exterior. Além disso, o seu tema deve se inserir em uma das áreas da ciência econômica, contribuindo de modo significativo ao avanço do conhecimento científico nessa área.
2. Resenhas de livros recentemente publicados poderão ser consideradas para publicação, mas resenhas temáticas e os textos essencialmente descritivos não serão, de um modo geral, aceitos.
3. As contribuições não serão remuneradas, e a submissão de um artigo à revista implica a transferência dos direitos autorais ao Ipea, caso ele venha a ser publicado.
4. Em geral, os artigos submetidos à revista devem ser escritos em português. Em casos excepcionais, poderão ser recebidos textos em língua inglesa para análise, mas se ele vier a ser aceito para publicação, o autor deverá se responsabilizar por sua tradução.
5. Só serão publicados artigos em português, mas sua versão em inglês poderá ser disponibilizada no sítio da revista na internet. Os anexos muito longos ou complexos para serem publicados, bem como as bases de dados necessárias para reproduzir os resultados empíricos do trabalho, serão também oferecidos aos leitores em versão virtual.
6. Caso o trabalho seja aceito para publicação, cada autor receberá 3 (três) exemplares do número da revista correspondente.
7. Para submeter um trabalho à revista, o autor deve acessar a página de Pesquisa e Planejamento Econômico na internet, em <http://ppe.ipea.gov.br/index.php/ppe/index>, e seguir os procedimentos ali descritos.
8. Os artigos recebidos que estejam de acordo com as instruções acima serão avaliados pelo Corpo Editorial com o auxílio de dois pareceristas escolhidos pelo Editor. O trabalho dos pareceristas é feito observando-se o método duplamente cego: o autor não saberá quem são os pareceristas, nem estes quem é o autor. Dessa análise poderá resultar a aceitação do artigo, condicionada, ou não, à realização de alterações; sua rejeição, com ou sem a recomendação de nova submissão após modificações; ou a rejeição definitiva. No caso de uma segunda submissão, o artigo será novamente avaliado por pareceristas, podendo vir a ser enquadrado em qualquer das situações acima. A rotina de análise se repete até que uma decisão final de rejeição ou aceitação seja alcançada. O processamento do artigo é conduzido pelo Editor, a quem cabe também a comunicação com os autores.
9. A decisão final quanto à publicação dos artigos cabe ao Corpo Editorial, que se reúne ordinariamente para decidir a composição de cada um dos números da revista, por recomendação do Editor. A aprovação do artigo para publicação só então é comunicada aos autores dos artigos respectivos, por escrito.

## Missão do Ipea

Produzir, articular e disseminar conhecimento para aperfeiçoar as políticas públicas e contribuir para o planejamento do desenvolvimento brasileiro.



Apoio editorial



**ipea** Instituto de Pesquisa  
Econômica Aplicada

**SAE**  
SECRETARIA DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS  
PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA