

Bahia, Luiz Dias

Working Paper

Produtividade total dos fatores efetiva da indústria brasileira 1990-2009

Texto para Discussão, No. 2346

Provided in Cooperation with:

Institute of Applied Economic Research (ipea), Brasília

Suggested Citation: Bahia, Luiz Dias (2017) : Produtividade total dos fatores efetiva da indústria brasileira 1990-2009, Texto para Discussão, No. 2346, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/177562>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

2346

**PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES
EFETIVA DA INDÚSTRIA BRASILEIRA
1990-2009**

Luiz Dias Bahia

TEXTO PARA DISCUSSÃO



PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES EFETIVA DA INDÚSTRIA BRASILEIRA 1990-2009¹

Luiz Dias Bahia²

1. Agradecemos ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), pelo fornecimento público dos dados das Contas Nacionais Brasileiras Anuais (CNBA) no atual formato da metodologia de 2000, que permitiu estudos intertemporais como este, e a Flávia de Holanda Schmidt Squeff, Gabriel Coelho Squeff, Alexandre Messa Peixoto da Silva e aos participantes de seminário na Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura (Diset) do Ipea, que contribuíram com sugestões de aprimoramentos. As deficiências ainda presentes neste estudo são de responsabilidade do autor.

2. Técnico de planejamento e pesquisa da Diset do Ipea.

Governo Federal

Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão

Ministro Dyogo Henrique de Oliveira

ipea

**Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada**

Fundação pública vinculada ao Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiros – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

Presidente

Ernesto Lozardo

Diretor de Desenvolvimento Institucional

Rogério Boueri Miranda

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

Alexandre de Ávila Gomide

Diretor de Estudos e Políticas Macroeconômicas

José Ronaldo de Castro Souza Júnior

Diretor de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais

Alexandre Xavier Ywata de Carvalho

Diretor de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura, Interino

Rogério Boueri Miranda

Diretora de Estudos e Políticas Sociais

Lenita Maria Turchi

Diretor de Estudos e Relações Econômicas e Políticas Internacionais

Sergio Augusto de Abreu e Lima Florencio Sobrinho

Assessora-chefe de Imprensa e Comunicação

Regina Alvarez

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

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

Texto para Discussão

Publicação cujo objetivo é divulgar resultados de estudos direta ou indiretamente desenvolvidos pelo Ipea, os quais, por sua relevância, levam informações para profissionais especializados e estabelecem um espaço para sugestões.

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – **ipea** 2017

Texto para discussão / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.- Brasília : Rio de Janeiro : Ipea , 1990-

ISSN 1415-4765

1. Brasil. 2. Aspectos Econômicos. 3. Aspectos Sociais. I. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

CDD 330.908

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 do Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão.

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

SUMÁRIO

SINOPSE

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO7

2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....7

3 METODOLOGIA.....31

4 RESULTADOS.....41

5 CONCLUSÃO58

REFERÊNCIAS60

SINOPSE

O objetivo principal deste trabalho é calcular a *produtividade total dos fatores efetiva* (PTFE) dos setores da agropecuária e da indústria brasileiras durante o período 1990-2009. Os resultados foram os seguintes: todos setores apresentaram altas PTFEs, com poucas exceções; entretanto, as PTFEs não mobilizaram muitos ou todos os setores de suas respectivas cadeias produtivas. Assim, a principal recomendação de políticas públicas é desenvolver no Brasil regras regulatórias e de leis de contratos que se constituam em eficientes e apropriados *benchmarks*.

Palavras-chave: *produtividade total dos fatores efetiva*; agropecuária brasileira; indústria brasileira.

ABSTRACT

The main purpose of this paper is to calculate the effective total factor productivity (ETFP) of the Brazilian agricultural and industrial sectors during 1990-2009. The results are the following: all sectors have reached high ETFPs, with a few exceptions; however, the ETFPs have not mobilized many or all sectors of their supply chains. So the main policy recommendation is the development in Brazil of regulatory and contract legal rules that constitute actual and appropriate benchmarks.

Keywords: effective total factor productivity; brazilian agriculture; brazilian manufacturing.

1 INTRODUÇÃO

O tema da produtividade em geral tem tratado apenas a produtividade da firma e/ou do setor, ambos vistos de maneira autárquica, quer dizer, a produtividade da firma e/ou do setor em si, isolados. Uma exceção a tal mensuração se encontra em Bahia (2015a; 2015b), que mensuram a produtividade do trabalho na indústria brasileira considerando todos seus encadeamentos intersetoriais. Uma proposta de considerar o papel da variação da dotação de fatores e de produtividade total dos fatores (PTF) do setor em si e de seus insumos utilizados na produção foi feita por Hulten (1978) em nível teórico.

Neste trabalho, procuramos utilizar a teoria de Hulten (1978) para calcular a *produtividade total dos fatores efetiva* (PTFE) dos vários setores da indústria brasileira entre 1990 e 2009. Por PTFE, entendemos a PTF do setor considerando sua dotação de fatores, sua PTF em si e as PTFs dos setores fornecedores de insumos para o setor considerado.

Tal mensuração se justifica porque lança luz sobre fatores sistêmicos que poderiam impulsionar a PTFE dos setores industriais brasileiros, indicando um campo passível de aprimoramento (por via de políticas públicas e/ou atuação de entidades empresariais) da PTFE, a custos expressivamente modestos (como tentaremos mostrar ao longo deste trabalho).

O texto se organiza na sequência seguinte: na segunda parte, apresentamos (de maneira não exaustiva) a bibliografia que fundamenta o trabalho; na terceira, temos a metodologia; depois, detalhamos as estatísticas descritivas, os resultados de PTFE e sua análise; finalmente, concluímos.

2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Procuraremos, nesta seção, descrever os fundamentos teóricos do cálculo setorial da PTFE para a indústria brasileira. Primeiro, abordaremos a proposta de Hulten (1978), como originalmente feita e, a seguir, como a utilizaremos para obter os resultados empíricos, deixando claro que a parte analítica e formal (tanto em equações quanto em procedimentos econométricos) será deixada para a seção de metodologia. Ou seja, abordaremos nesta seção a questão teórica em si, sem detalhá-la formalmente, para que o leitor possa ter uma visão lógico-teórica do exercício empírico executado.

O objetivo de Hulten (1978) está claramente expresso na página 511: “O presente artigo estuda a interação de *mudança* de produtividade e insumos intermediários” (tradução e grifos nossos). O autor busca distinguir a *mudança de produtividade originada no* setor do impacto de *mudança de produtividade sobre o* setor. A primeira mudança de produtividade é mensurada pela PTF como calculada convencionalmente. A segunda mudança de produtividade representa a alteração *em equilíbrio* das mudanças tecnológicas setoriais, que incluem: *i*) a realocação induzida de fatores entre setores; e *ii*) a expansão induzida de insumos intermediários pelas várias PTFs setoriais, que magnificaria o efeito dessas *mudanças* tecnológicas.

O que Hulten (1978) busca fazer é calcular a PTFE, que leva em conta no cálculo da produtividade total dos fatores os itens (i) e (ii). Para tanto, o autor propõe uma equação reduzida de crescimento para cada setor (no nosso caso, setores industriais), onde a taxa de variação de oferta de fatores (para este estudo, capital fixo instalado e trabalho), além da taxa de mudança de eficiência dos setores (o considerado e os demais da economia) são assumidas como exógenas à demanda agregada da economia (no caso, Brasil). Portanto, “a taxa de *mudança* de produtividade efetiva é definida como o impacto total (por meio da forma reduzida) de mudança de eficiência no crescimento da demanda final setorial” (Hulten, 1978, p. 512, tradução e grifos nossos). Chega-se, assim, à média ponderada das taxas de produtividade setoriais, que é a PTFE.

Para efetivar tal cálculo, utilizamos as matrizes insumo-produto (MIP) para o Brasil de 1990 a 2009. A lógica básica do exercício é a seguinte: a demanda final setorial total (satisfeita por produção interna e/ou externa) é exógena à economia; cabe às firmas brasileiras produzirem para tal demanda final, tornando produção interna o que conseguirem, o que dependerá de sua dotação de fatores (capital fixo e trabalho) e suas produtividades (próprias e dos setores fornecedores dos insumos que utilizam). Concluindo: utilizamos a demanda final interna de cada setor, as PTFs do setor considerado e de seus fornecedores, para fazer o exercício proposto por Hulten (1978).

Falta-nos ainda a seguinte consideração conceitual, para fundamentar nosso exercício: especificar a teoria da firma, desde a concorrencial pura até a oligopolista e monopolista, que dê embasamento ao conceito de setor e seu crescimento utilizados neste trabalho. Esse percurso teórico é indispensável, porque Hulten (1978, p. 3, equação 3) considera “equilíbrio competitivo” (*competitive equilibrium*, no original),

para derivar os preços de produtos e fatores, ponto fundamental na construção de sua metodologia. Assim, temos aqui, obrigatoriamente, que construir teoricamente arcabouço para tal, por meio das seguintes etapas: em ciências econômicas, há formulação teórica para firma e sua agregação macroeconômica, não para setores em interação, que podem ser concorrenciais, monopólios ou oligopólios; portanto, é necessário, além disso, construir uma teoria que seja adequada à de Hulten (1978), mesmo em caso de monopólio e/ou oligopólio; e saindo da firma para o setor, é necessário mostrar como o crescimento da firma está em coerência com o do setor; além disso, é necessário construir uma teoria que trate da demanda final *por setor*, em “equilíbrio competitivo”, como necessário à teoria de Hulten (1978).

Para tanto, seguimos estas etapas: primeiro, consideramos a teoria da firma, da concorrencial à oligopolista e monopolista; depois, especificamos a passagem conceitual de firma para setor produtivo; a seguir, abordamos os determinantes que a atual literatura atribui ao crescimento da firma e/ou setor, considerando a opção utilizada aqui.

2.1 A teoria da firma: da concorrência ao oligopólio e monopólio

A teoria da firma tem sido objeto de intenso debate há mais de meio século e, até hoje, não há uma vertente que abarque todas as demais ou, ao menos, seja capaz de estabelecer um consenso duradouro. Sob esse aspecto, devemos alertar o leitor para o fato de que neste trabalho estamos fadados a fazer uma opção entre muitas possíveis – e que aqui seja coerente com o cálculo da PTFE como o fizemos.

Machlup (1967) sintetizou as três principais vertentes existentes sobre a teoria da firma atualmente: a marginalista, a comportamental e a gerencial. A vertente marginalista pura considera a firma como maximizadora de lucro estritamente, sendo sua dotação de fatores e consumo de insumos derivados de tal maximização sob concorrência. A vertente comportamental tenta modelar o comportamento da firma apenas e também estritamente pela vigência organizacional das firmas num determinado mercado e que, no caso, se desdobrariam em pelo menos quatro aspectos: metas organizacionais, expectativas organizacionais, escolhas organizacionais e controle organizacional, que levariam a metas de produção, de carregamento de estoques, de vendas, de *market-share* e de lucro (Machlup, 1967, p. 4). A lógica dessa última vertente é de uma coalizão interna na firma, referenciada pelo mercado em que se insere, não de uma maximização estrita de lucro, como na primeira vertente. A terceira vertente escolheria um entre

os objetivos da firma, montaria uma “função-objetivo” a partir do objetivo escolhido, e tentaria maximizar a realização de tal objetivo – esta seria a vertente gerencial (Machlup, 1967, p. 5-6). Essa terceira vertente estaria fazendo uma síntese entre a corrente marginalista (maximizadora de lucro estritamente) e a comportamental, sendo também denominada de “maximizadora de comportamento” (Machlup, 1967, p. 6).

Essas três vertentes permaneceram como as existentes na teoria da firma. Os avanços posteriores ocorreram dentro de cada uma isoladamente, ou combinando-as. Tentaremos fazer uma breve síntese desses avanços a seguir.

Como enfatizam Cyert e Hedrick (1972, p. 398-399), o centro da teoria da firma está no paradigma conceitual de que há duas instâncias a considerar: um sistema competitivo; e dentro dele o construto chamado firma. Este último construto consiste de um único critério de decisão e a habilidade de utilizar as informações vindas do sistema competitivo, denominado mercado. A firma aplica seu critério de decisão, e no sistema competitivo aloca recursos e gera produção. Nessa formulação original, não há lugar para problemas *dentro da firma*: ela é uma função de produção que atua automaticamente segundo seu critério de decisão, ou seja, não há problemas organizacionais nem processo de tomada de decisões. As visões comportamental e gerencial fazem uma revisão nesse construto, ao tratar o processo *dentro da firma* na tomada de decisões, como vimos em Machlup (1967).

Ainda segundo Cyert e Hedrick (1972, p. 400-405), a visão estritamente neoclássica se encaixaria na visão de inexistência de um processo relevante *dentro da firma*, ou seja, esta última é apenas uma função de produção e um procedimento maximizador imerso em contexto competitivo. Uma vertente de teoria da firma, derivada da anterior, considera a escolha do objetivo da função maximizadora, além de estritamente o lucro, devido a diferentes contextos de ambiente competitivo. Exemplos dessa última aproximação são a consideração de competição por elementos além de preço (*non-price competition*), ou a influência da localização da firma no preço de seu produto e seus insumos, ou ainda fatores sazonais de produção, como a acumulação de estoques e o equilíbrio entre os custos de carregamento de estoques *versus* o de pagamento do fator trabalho. Uma segunda vertente substitui na função maximizadora de lucro da firma lucro, ou mesmo por utilidade – na vertente chamada de gerencial. Estas duas últimas vertentes citadas seriam *extensões* da neoclássica original. Uma ruptura com esta viria

da consideração de incerteza no ambiente competitivo em que está imersa a firma, e a substituição da consideração do *lucro em si* pelo *lucro esperado*. Finalmente, há vertentes de uma ruptura mais profunda com o modelo neoclássico original, que consideram um comportamento *não maximizador* por parte da firma. Esta última vertente seria comportamental, havendo exemplos dela que postulam comportamento não racional, e outros altruístas ou ainda por motivos que não o lucro – mas todos sem função maximizadora.

Esse é o estado da arte na teoria da firma. Vários desenvolvimentos vêm sendo feitos dentro de cada uma de suas vertentes. A seguir procuraremos descrever as principais.

Baker, Gibbons e Murphy (1997) consideram que as firmas se envolvem com contratos implícitos, ou seja, acordos informais, códigos de conduta não escritos, e normas que afetam fortemente o comportamento dos indivíduos nas firmas. Além dessas evidências, relações comerciais também podem ser denominadas de contratos implícitos. Principalmente, cadeias produtivas sempre envolvem relacionamentos de oferta de longo prazo nas quais as partes convergem para acomodações quando eventos não previstos ou não contratados ocorrem. Seja vertical, seja horizontalmente, os contratos implícitos influenciam os comportamentos das partes dentro e fora das firmas (Baker, Gibbons e Murphy, 1997, p. 1-2). Os autores desenvolvem um modelo de jogos repetidos dentro da firma e entre firmas. São considerados um fornecedor, um comprador e um ativo. Ambas as partes e o ativo vivem indefinidamente. As partes ainda são neutras ao risco e compartilham a taxa de juros do período e, inicialmente, o comprador detém o ativo. Se este último é o caso, o comprador não precisa do fornecedor. Ao contrário, se o fornecedor detém o ativo, o fornecedor pode utilizar o ativo como decidir, independentemente da vontade do comprador. Naturalmente, tal último caso não ocorrerá, porque o fornecedor detém o ativo exatamente para negociar um produto com o comprador (Baker, Gibbons e Murphy, 1997, p. 5).

O fornecedor faz a tentativa de atuação por um número não determinado de vezes a cada período, a um determinado custo. Essas tentativas afetam tanto o *payoff* pago pelo comprador quanto o *payoff* de usos alternativos. O *payoff* para o comprador e para usos alternativos são independentes, não correlacionados. Assume-se que, se não houver nenhuma ação pelo fornecedor, não haverá nenhum custo nem probabilidade de auferir algum *payoff* na venda para o comprador ou para um uso alternativo – mas também, o fornecedor só terá probabilidade de auferir *payoffs* baixos, com suas ações.

Chega-se ao resultado de que existe um *payoff*^{a*}, que resulta da maximização do *payoff* do bem em um uso eficiente menos o custo das ações do fornecedor (Baker, Gibbons e Murphy, 1997, p. 5).

As ações do fornecedor são observáveis apenas por ele e o comprador, e o contrato implícito não tem nenhum *enforcement* (obrigatoriedade passível de punição) por uma terceira parte. Se o fornecedor detém o ativo, ele pode negociar livremente com o comprador o *payoff* do seu produto. Alternativamente, independentemente de quem detém o ativo, a única possibilidade de *enforcement* é sobre a reputação de cada uma das partes, que ocorre por meio dos *payoffs* a pagar pelo comprador ou em usos alternativos no contrato implícito (Baker, Gibbons e Murphy, 1997, p. 6). Os autores consideram quatro possibilidades de ambiente: “mercado de curtíssimo prazo”,¹ onde não há nenhum tipo de contrato implícito e o fornecedor detém o ativo; “emprego livre”, onde o comprador detém o ativo e não há nenhum contrato implícito; firmas, onde o comprador detém o ativo e há um contrato implícito; finalmente, “contratos relacionais”, onde o fornecedor detém o ativo e há um contrato implícito (Baker, Gibbons e Murphy, 1997, p. 6).

Consideraremos aqui o caso de nosso interesse: os *contratos relacionais*, onde o comprador lida com um fornecedor de insumos por meio de um contrato implícito – na verdade, há contratos formais, mas estamos considerando o caso mais puro e geral, não havendo nenhuma restrição a considerar as normas dos contratos formais depois, ou ainda considerar os resultados aqui como a forma de se negociar e concluir um contrato formal, com o contrato implícito vigente antes e depois.

Nesse caso, se o cliente se vê frente a um preço de insumo mais alto que o do “mercado de curtíssimo prazo” (comprar tempestivamente de outro fornecedor), mesmo com o custo de sua reputação, ele estaria melhor se ele quebrasse o acordo; alternativamente, o mesmo ocorreria para o fornecedor, se o preço estivesse abaixo do “mercado de curtíssimo prazo” (vender a outro comprador). Se, entretanto, o contrato implícito é observado, se ambas as partes honram seu relacionamento implicitamente acordado, a transação do produto ocorre no *payoff* mais eficiente a*, que

1. Tradução nossa para *spot market* cujo sinônimo em inglês é *cash market* segundo o seguinte dicionário: Adam, J. H. *Longman Dictionary of Business English*. Essex: Longman, 1982, p. 414.

é o melhor para fornecedor e comprador simultaneamente, num equilíbrio de Nash² (Baker, Gibbons e Murphy, 1997, p. 11-12).

Esse modelo é importante para nós sob o ponto de vista de que numa cadeia produtiva temos comprador e fornecedor. Ocorrer o fornecimento segundo o contrato formal pré-estabelecido é fundamental, com o fato de ter sanções explícitas (legais) e implícitas (reputação). Além disso, é possível fazer muitos acordos cooperativos entre fornecedor e comprador, como coordenação de ganhos de produtividade (que é o que nos interessa aqui), aprimoramento de especificidades dos insumos, tempestividade de mudanças de especificações necessárias ao longo dos anos etc. Estes últimos aspectos, se bem-sucedidos, poderiam levar a uma maior eficiência do funcionamento da malha produtiva, possibilitando-nos um nível mais alto de competitividade setorial e sistêmica. Entretanto, trataremos aqui apenas do caso da coordenação de ganhos de produtividade entre setores da cadeia produtiva que, como veremos aqui, pode aumentar ou diminuir a PTFE.

O modelo de Baker, Gibbons e Murphy (1997) na verdade trata de uma teoria da firma gerencial – que é a que adotaremos aqui. As demais considerações da teoria da firma a seguir são apenas comparativas ao modelo aqui adotado, motivo pelo qual procuraremos ser mais sintéticos.

Loasby (1971) trabalha com o conceito de paradigma científico, considerando como tal o pressuposto de maximização de lucros pela firma. Sua análise tende para a vertente comportamental – entretanto sem ter essa criado uma crise no paradigma de maximização de lucro pela firma, como seria o normal quando um paradigma é substituído por outro.

Leland (1972) aborda a teoria da firma sob incerteza na demanda. Incerteza significa que não há métodos estatísticos conhecidos para se prever uma variável econômica, no caso a demanda que a firma enfrenta (sobre a definição e diferença entre risco e incerteza, ver Knight, 1964). A abordagem de Leland (1972) seria fundamental em períodos como a crise de 1929 ou 2008, não para períodos em geral, em que encontramos risco, ou seja, a variação da demanda previsível pelos métodos estatísticos

2. Para uma abordagem conceitual do equilíbrio de Nash em teoria dos jogos, ver Osborne e Rubinstein (1999, cap. 2).

disponíveis no momento. Sua conclusão de que “quando a demanda é aleatória, a noção de “demanda acrescida” não é bem definida” (Leland, 1972, p. 283, tradução nossa) seria válida, novamente, apenas para momentos de forte crise, o que chamaríamos em economia de depressão. Sua aplicabilidade no Brasil entre 1990 e 2009 parece-nos imprópria, por dois motivos: a incerteza nas crises de depressão é passageira, ou seja, dura pouco tempo, apesar de legar um período recessivo ou quase recessivo posterior que demora a ser recuperado; além disso, a crise de 2008 no Brasil foi restrita, ou seja, já em meados de 2009 estávamos num movimento de recuperação. Assim, apesar do trabalho de Leland (1972) ser essencial para compreender o comportamento da firma na depressão, ele não é aplicável para o Brasil entre 1990 e 2009.

Adler e Dumas (1977) consideram a teoria da firma em uma economia aberta. O primeiro modelo relevante seria o denominado GLS, onde atuam os seguintes pressupostos: todos os bens são comercializáveis – a paridade do poder de compra (PPP, paridade de poder de compra, na sigla em inglês) é idêntica em todos os países; investidores e consumidores têm o mesmo mapa de indiferença; existem ativos livres de risco; taxas de câmbio dependem apenas de fluxos monetários, não de diferentes mudanças de preços relativos. No segundo modelo, denominado de Solnik, teríamos os seguintes pressupostos: a inflação em cada país não é aleatória, ou seja, envolve risco, mas não incerteza (no sentido de Knight, 1964); o mapa de indiferença de consumidores e investidores difere segundo o país; a taxa de câmbio é sensível a fluxos monetários, mas também a preços relativos e mudança de cestas de consumo de cada país; há bens não comercializáveis, não sujeitos a um preço de PPP. Segundo Adler e Dumas (1977), este último modelo, entretanto, falha ao não admitir que mudanças de câmbio real (mesmo sob risco e não incerteza) não afete o valor dos produtos das firmas e, portanto, sua lucratividade nominal. Adler e Dumas (1977) consideram os dois modelos insatisfatórios, concluindo para a necessidade de um modelo, ainda inexistente, que congregue o risco cambial do ponto de vista monetário e real. Entretanto, os autores concluem por duas situações-limite: se o mercado de capitais é Pareto-ótimo, se não há taxas ou custos de falência bancária e se a moeda é ofertada não apenas pelo governo, a redefinição de investimentos financeiros não terá efeito real e o bem-estar não será afetado; se temos uma situação de Pareto-ótimo racionada, face ao perigo de falência bancária a firma mudará suas decisões de financiamento e de produção. Devemos reconhecer que estamos na segunda situação imediatamente anterior no Brasil, e que o modelo mais realista para o Brasil é o Solnik. Entretanto, no período 1990-2009, não tivemos

uma situação de risco sistêmico de ruptura falimentar do Sistema Financeiro Brasileiro (SFB), que justifique considerar na nossa teoria da firma tal risco e seu impacto sobre a produção. A exposição financeira internacional afetou apenas momentaneamente certos setores produtivos brasileiros em 2008. Além disso, há clara *hysteresis* de exportações no Brasil,³ o que torna os efeitos conjunturais de câmbio nominal menos efetivos em nível produtivo no Brasil. Finalmente, o Brasil é um país pouco aberto ao comércio internacional ainda, o que torna as mudanças de preferências de consumidores e investidores menos afetadas (ou a afetar) pelo câmbio (real ou nominal) e/ou pelos fluxos de capital (entrada ou saída).

Heiner (1982) propõe uma nova teoria da firma a partir da seguinte crítica a Samuelson (1983) sobre o comportamento dos preços contratados intersetorialmente entre firmas para fornecimento de insumos: a teoria tradicional mostraria que a resposta dos fornecedores de insumos obedeceria a lei da demanda para firmas isoladas, mas o resultado-padrão mostraria que estruturas de mercado mais concentradas, tanto do lado da demanda quanto da oferta, poderiam afetar o preço do insumo. Essa crítica é comum, mas no fundo trata de existência de retornos crescentes de escala na formação de preços, quando a metodologia da MIP aqui utilizada é toda construída para retornos constantes de escala, onde o preço não é afetado nas relações intersetoriais. Assim, mesmo que o modelo de Heiner (1982) traga algum efeito em outra formulação, para Samuelson (1983) e numa MIP, trabalhamos com retornos constantes, ou seja, todo efeito na produção tem como origem a demanda final exógena, não na produção ou nas relações intersetoriais, cujo papel exclusivo é de satisfazer a demanda final exógena ou deixar que ela seja satisfeita via importações.

Greenwald e Stiglitz (1990) constroem uma teoria da firma baseada numa função a ser maximizada de utilidade esperada da firma – na verdade, uma abordagem gerencial –, supondo que a firma faça pesquisa e desenvolvimento (P&D) para aumentar sua produtividade (que é o que nos interessa principalmente aqui), entre outras metas gerenciais. Entretanto, em um universo de informação imperfeita, tal função pode se alterar, particularmente quando há aumento de risco e/ou incerteza tecnológica e do ambiente futuro do mercado. Nesse caso, o prêmio de risco de outros investimentos aumenta (mesmo que não sistemáticos) e o atrativo de P&D

3. Kannebley Júnior e Valeri (2006).

diminui. Ainda nesses casos, a *performance* imperfeita de mecanismos financeiros frente à distribuição de riscos significa que as firmas podem reagir negativamente a variáveis como imprevisibilidade de preços, o que torna mais incertos os retornos a aumento de produtividade – e isso não é algo previsto na teoria da firma tradicional (Greenwald e Stiglitz, 1990, p. 8). Na modelagem que desenvolvemos na parte metodológica, pode-se notar que a PTF utilizada nas equações de crescimento são PTFs *ex-post*, que já incorporam o efeito citado, apesar de não explicitamente na equação utilizada.

Rajan e Zingales (2001) tentam considerar os efeitos da desregulamentação e do crescimento do Sistema Financeiro Internacional (SFI) sobre a gestão das firmas nas últimas décadas. Essencialmente, o efeito mais importante para este trabalho seria a importância crescente dos acionistas como avaliadores do desempenho dos gerentes e da empresa. Assim, hoje as empresas e seus gerentes se veem na necessidade de satisfazer normas e metas internas, mas também externas (dos acionistas). Como conclusão, os autores dizem estarem as empresas muito mais expostas a exigências de eficiência empresarial que antes, o que deriva de sua fronteira institucional ter se alargado (em relação à empresa tradicional), para incluir vários atores (geralmente financeiros) que passam a monitorar, pelo menos indiretamente ou à distância, o desempenho da firma e suas tomadas de decisão. Em outras palavras: onde os gerentes tinham quase total exclusividade, os acionistas e o sistema financeiro passaram a compartilhar (mesmo que indiretamente) a gestão. Do ponto de vista de nosso modelo a ser explicitado (apesar de não mudar sua formulação), duas considerações se derivam. Primeiramente, cada setor está muito mais permeável às interações externas, mais ainda em sua cadeia de valor, o que nos leva a enfatizar de novo a necessidade de coordenação intersetorial. Segundo, o ambiente macroeconômico passa a ser mais importante setorialmente, o que se traduz na demanda final do setor, mas lembrando que essa demanda setorial está, mesmo que de maneira indireta, sensível ao ambiente do seu complexo e da macroeconomia do país no momento.

Hart e Holmstrom (2008) tratam do escopo conceitual de delimitação entre firma e não firma, uma vez que há interação entre firmas, com o mercado e o sistema financeiro. A questão central toda se reduz ao tratamento da coordenação entre firmas e seu custo. Supondo que de duas firmas, por exemplo, cada uma maximize seus lucros (V) e outros benefícios privados (B), se as duas não estão fundidas em uma e

não se coordenam, esse arranjo pode ser preferível se os custos de coordenação são tão altos que a firma fundida em uma única não atingiria o *payoff* ótimo. O contrário aconteceria se os custos de coordenação fossem baixos, ou seja, seria preferível que as duas firmas se fundissem. Uma situação intermediária poderia ocorrer com contratos implícitos, como mostramos anteriormente em Baker, Gibbons e Murphy (1997). De qualquer maneira, o limite de atuação da firma, ou seja, seu escopo, seria os custos de coordenação. Em outras palavras, se esses custos forem excessivamente altos, a fusão não é a solução ótima.

Demsetz (1997), ao abordar a teoria da firma, mostra como na visão gerencial, ao contrário da neoclássica, a interdependência entre firma e clientes, ou entre firma e seus fornecedores, passa a fazer sentido ao se abordar a firma. Ou seja, na teoria neoclássica original, o objetivo é entender como, via a sinalização dos preços apenas, a firma se comporta, entendendo a firma como uma “caixa-preta”, com mínima atenção dada às transformações que acontecem dentro da firma. Ou seja, os únicos elementos necessários para se inferir o comportamento da firma seriam os preços e a tecnologia. Na visão gerencial, fundada por Coase (1937), a gerência passa a ter papel central no comportamento da firma, com uma série de consequências para a abordagem da firma. A principal para nós aqui é a seguinte: a economia, constituída basicamente por firmas e famílias, passa a ser vista como um conjunto de entes em *franca interdependência*. Sob esse aspecto, a coordenação, enfatizada por nós aqui entre setores da economia, caminharia nessa linha de raciocínio. Ou seja, pensar o setor ou a firma da economia dentro de *um sistema de interdependências onde cumpre um papel fundamental o custo de informações trocadas entre os entes econômicos*, e em que não bastam apenas o sistema de preços do mercado e o conhecimento público da fronteira tecnológica para se inferir o comportamento da firma.

Feito o levantamento relevante sobre a teoria da firma, passaremos aqui para uma síntese da concepção da firma utilizada neste trabalho e, depois, para uma sistematização de estruturas de mercado possíveis das firmas, que serão úteis na seção seguinte.

Utilizando Tirole (1988) e Baumol, Panzar e Willig (1988), passaremos a tratar a primeira questão delineada no parágrafo anterior. Antes de tudo, entende-se a firma como uma sinergia: ela minimiza o custo dos insumos para produzir seu produto; ela tem custos fixos (ligados ao capital fixo) e variáveis (ligados aos insumos, ou capital

variável, além de trabalho), sendo os custos totais de produzir uma determinada quantidade de produto a soma dos custos fixos e do somatório dos custos variáveis marginais incorridos para se produzir naquele nível de produção; a firma existe porque é um lócus de subaditividade de custos, ou seja, o custo total de produzir isoladamente vários produtos é maior que o de produzir todos na mesma firma (quando isso deixa de ocorrer, justifica-se produzir os vários produtos adicionais em mais firmas).

Tirole (1988, p. 21-29) desenvolve argumentos mostrando como a firma é, ou tende a ser, um relacionamento de longo prazo. Em outras palavras, como relacionamentos de curtíssimo prazo ou pontuais são idiossincráticos na história da firma, que tendem a ser de longo prazo – salvo adversidades que levem a esta a se dissolver. Sob este último aspecto, como também assume Coase (1960), a barganha eficiente para se estabelecer um contrato pressupõe informação simétrica de ambos os lados que barganhem. A renovação do contrato, que também envolve uma barganha, exige, para ser eficiente, a simetria de informação. O essencial da barganha contratual é as duas partes saberem o valor do produto a produzir do comprador e o custo de fornecimento do bem objeto de contrato, que o fornecedor se propõe a fornecer, com assimetria de informação. Assim, ambos (comprador e fornecedor) teriam condições de saber o quanto poderiam recuperar de seu investimento prévio ao contrato. Essas considerações têm como pressuposto que os contratos são completos, ou seja, esgotam todos os aspectos do relacionamento comprador-fornecedor no prazo do contrato, na sua renovação, e assim por diante no longo prazo. Entretanto, Tirole (1988, p. 29-34) considera que a firma pode se envolver em contratos incompletos, ou seja, aqueles em que há um acordo tácito sobre uma série de aspectos não explicitados formalmente no contrato legal – como faz Baker, Gibbons e Murphy (1997). O assunto já foi abordado neste trabalho, baseando-nos em Baker, Gibbons e Murphy (1997), mas o essencial a explicitar aqui é que o fato dos contratos legalizados serem incompletos em alguns aspectos faz com que se arque em custos de transação no seu monitoramento e execução. Isso está previsto já em Baker, Gibbons e Murphy (1997) e sua administração também aí especificada. Temos apenas que acrescentar, ao considerado em Baker, Gibbons e Murphy (1997) que, para a firma, não é eficiente utilizar apenas ou seguidamente o mercado de curtíssimo prazo para suas compras (Tirole, 1988, p. 21). Assim, voltamos a concluir que é eficiente se ter uma malha sistêmica estabelecida de compradores e fornecedores no longo prazo para a firma, observando as condições adequadas já descritas de barganha e renovação de contratos.

Falta-nos, a essa altura desta revisão, considerar as possíveis estruturas de mercado que as firmas podem configurar e, por consequência, também os setores considerados.

Nossa referência sob esse aspecto é o trabalho de mercados contestáveis, de Baumol, Panzar e Willig (1988, cap. 11, p. 311-345). Esses podem tanto estar em concorrência, serem monopólios ou oligopólios (sendo estes últimos os mais comuns na indústria brasileira). Trataremos aqui do conceito de indústria (com qualquer estrutura de mercado) viável e de indústria sustentável – para depois considerar especificamente o caso do oligopólio, por ser o menos explicitado na literatura.

Uma indústria é viável se: em seus produtos potenciais há um conjunto de firmas produzindo vetores de produtos a preços tais que o somatório desses produtos iguala a demanda, estabelecida pela função de demanda do mercado àqueles preços e, além disso, que a produção de cada produto seja maior ou igual aos custos de produção (como definidos anteriormente).

Uma indústria é sustentável se o valor da produção de cada produto das firmas daquela indústria, considerando o preço e a quantidade de produção de entrada, é menor que o custo de produção da quantidade de entrada, para qualquer preço de entrada, qualquer quantidade de entrada, e sendo o preço de entrada igual ou menor que o preço corrente de viabilidade da indústria, além da quantidade produzida de entrada de cada produto menor ou igual que a demanda considerando o preço de entrada de cada produto.

Quanto ao oligopólio, Baumol, Panzar e Willig (1988, p. 319-326) dividem sua abordagem em duas partes. Primeiro, indagam se os produtos produzidos num determinado oligopólio, por um certo número de firmas, são viáveis e sustentáveis o suficiente para que um número diferente de firmas (maior ou menor), dado o pressuposto da subaditividade, possa ser mais eficiente, ou seja, produzir o mesmo conjunto de produtos a custo total menor. O que garantiria a satisfação de que tal condição seria a potencialidade de entrada de novos concorrentes, tornando o mercado contestável. Nesses casos, teríamos um oligopólio natural, sustentável e com eficiência maior que a do *second-best* – equilíbrio de mercado no qual há uma ineficiência residual (Baumol, Panzar e Willig, 1988, p. 320). Ou seja, o oligopólio seria tecnologicamente sustentável e contestável ao mesmo tempo.

Uma vez estabelecido esse primeiro aspecto, Baumol, Panzar e Willig (1988, p. 321-326) passam a tratar e a detalhar as condições de existência de oligopólios sustentáveis, considerando que a possibilidade de entrada, em sua teoria, não é um argumento *ad hoc*, porque está concebido na própria contestabilidade de toda estrutura de mercado por ele desenvolvida.

Para viabilizar o equilíbrio em oligopólio, Baumol, Panzar e Willig (1988, p. 322) assumem que a curva de custo médio das empresas no oligopólio é horizontal num intervalo de produção relevante, sendo esse nível onde o custo médio é horizontal o inferior da curva de custo médio. Antes desse intervalo o custo médio seria decrescente e, depois, crescente. Nesse intervalo de produção, a firma auferire retornos constantes de escala, como se exige na metodologia da MIP. Nesse caso, há um número inteiro de firmas e o equilíbrio de mercado como comumente se teoriza, ou seja, oferta igualando a demanda. Há uma dificuldade com tal teoria do oligopólio: considerando a situação real em que há múltiplos produtos no oligopólio, a expansão da produção poderia significar a ruptura da hipótese de retornos constantes de escala, pelo fato de os insumos estarem sendo combinados em cada firma de maneira diferente das outras. Entretanto, como veremos na seção seguinte, no setor de uma MIP, agrupam-se as empresas em cada setor pela similaridade tecnológica de seus produtos. Assim, teríamos coeficientes técnicos que são na prática uma aproximação em equilíbrio de produtos com a mesma combinação de insumos em cada setor, naquele ano considerado – ou seja, pode-se trabalhar com retornos constantes de escala em oligopólio, segundo a teoria de mercados contestáveis.

2.2 Das firmas no mercado à firma representativa e ao setor

A passagem das considerações da firma individual e de seu comportamento ao seu setor incluído numa MIP estaria bem conceituada, sob nosso ponto de vista, na firma representativa do setor formulada por Marshall.⁴ Isso porque, numa MIP, tratamos cada coeficiente técnico, como um dos representantes da tecnologia de um setor, por meio da participação média da quantidade de insumo ofertada pelo setor fornecedor dividida pela produção total daquele setor comprador do mesmo insumo. Ou seja, pela participação daquele insumo no custo unitário (em quantidade, quer dizer, a preços fixos)

4. Ver Marshall (1983, Livro Quinto, v. II, cap. I-XV, p. 15-146).

no setor que o adquire. Enfim, estamos tratando de uma malha produtiva de fluxos de venda e compra de insumos, cujos coeficientes tecnológicos são o peso do insumo fornecido no custo unitário do setor comprador. Essa visão da firma representativa de um dado setor daquela com custo unitário representativo do setor (custo total dividido por produção total) é a mesma de Marshall (1920, *apud* Robbins, 1928), nas citações a seguir.

Nós devemos analisar cuidadosamente os custos normais de produzir uma mercadoria relativamente a uma dada produção; e para esse propósito devemos estudar as despesas do produtor representativo daquela produção agregada. (...) Mas nossa firma representativa tem que ser uma que opera por uma vida longa e bem-sucedida, que é gerenciada com habilidade normal, e que tem acesso normal a economias, internas e externas, que levam àquele volume agregado de produção: contabilizando as classes de bens produzidos, as condições de negociar os mesmos, e o ambiente econômico corrente (Marshall, 1920, p. 317, *apud* Robbins, 1928, p. 388-389, tradução nossa).

Concordamos com Maxwell (1958) – ao contrário de Robbins (1928), que considera a firma representativa como a de tamanho representativo – que a firma representativa é aquela que tem o custo unitário médio, portanto representativo, do seu setor. Essa postura está de acordo com a visão adotada aqui, a partir de Baumol, Panzar e Willig (1988), da curva de custo médio horizontal em seu nível mais baixo no intervalo relevante de produção, para as estruturas de mercado e, portanto, também para a firma representativa do setor de uma MIP.

Em Robertson, Sraffa e Shove (1930), o ponto principal da discussão está na questão da firma auferir retornos de escala crescentes ou constantes (e é esta última consideração que aqui adotamos). Os retornos crescentes tenderiam no longo prazo a uma concentração inexorável das firmas no mercado, levando-as a se fundirem em um monopólio, onde apenas a oferta faria sentido, sendo a demanda desconsiderada. Esse argumento, atribuído a Sraffa (1926 *apud* Robertson, Sraffa e Shove 1930, p. 84-85) parece-nos pouco plausível. A justificativa seria a seguinte: existe um preço de mercado, dado pela concorrência entre empresas frente aos consumidores (que têm preferências e rendas específicas); assim, a curva de demanda enfrentada por cada firma é derivada da concorrência que leva inexoravelmente a uma curva de demanda para todo aquele mercado; a especificidade de cada demanda para cada firma depende não dela isolada, mas da comparação relativa que faz cada consumidor entre os outros ofertantes (firmas) daquele mercado; logo, rendimentos crescentes em *todas* as empresas,

como regra da atividade empresarial, não poderiam conviver no mercado em concorrência, pois obrigatoriamente uns deveriam lucrar, enquanto outros ficarem sistematicamente no prejuízo, se tivéssemos retornos crescentes de escala; portanto, na prática a concorrência nos obrigaria a ter retornos crescentes convivendo com decrescentes e com retornos constantes; assim, a suposição de retornos crescentes na atividade empresarial como um todo seria uma hipótese pouco plausível. A suposição de Baumol, Panzar e Willig (1988) de retornos constantes no intervalo relevante de produção permite que esta seja a *regra comum* de cada mercado, sendo a firma representativa aquela que auferir rendimentos constantes de escala, como numa MIP, a cada ano. Isso não impede mudanças, ano a ano, entre MIPs com coeficientes técnicos diferentes devido a vários fatores, cuja discussão não está no escopo deste trabalho. Discussão semelhante à de Robertson, Sraffa e Shove (1930), quanto à contribuição de Sraffa (1926), é feita em Wolfe (1954), onde cabem aqui as mesmas críticas deste trabalho e a adesão à abordagem de Maxwell (1958). Na verdade, toda a discussão se resume ao fato de alguns verem a firma representativa determinada pelo *tamanho* da firma num determinado mercado – o caso de Sraffa (1926), Robbins (1928) etc. –, enquanto para outros a firma representativa é determinada pelo *custo unitário* – como Maxwell (1958), o que é compatível com a visão de Baumol, Panzar e Willig (1988). Deve-se enfatizar que, como vimos anteriormente, a visão de Maxwell (1958) se baseia em Marshall (1920, *apud* Robbins, 1928).

Davies (1955) assinala algumas dificuldades quanto ao conceito de firma representativa para definir uma indústria, ou seja, um setor industrial. Primeiro, o autor cita Wolfe (1954), que define um setor industrial como “aquelas firmas envolvidas em uma cadeia oligopólica que operam como se em suas curvas de demanda houvesse uma quebra no preço prevalescente” (Davies, 1955, p. 710, tradução nossa). Quanto a esse primeiro aspecto, veremos ao final dessa seção que não precisaremos utilizar a “curva de demanda quebrada” para definir o setor industrial, mesmo em oligopólio – entretanto, ainda não temos aqui elementos para chegar a tal formulação. Em segundo lugar, Davies (1955) indica que o setor industrial em Marshall (1920, *apud* Robbins, 1928) se refere a firmas com similaridade tecnológica e altas elasticidades de substituição entre seus produtos. A essa altura, podemos citar que tais características são exatamente aquelas incluídas na definição de setor numa MIP, que é o que utilizaremos. Quanto a esse aspecto, a diferenciação de produtos serve mais para definir clientelas dentro de uma mesma indústria, mas não uma restrição, sequer de médio prazo, de migração de consumidores

entre uma clientela ou outra. Finalmente, a indagação de Davies (1955), quanto à capacidade empresarial *normal* da firma representativa, está plenamente considerada em Marshall (1920, *apud* Robbins, 1928). Uma vez que ele não vê na firma apenas uma unidade de maximização de lucro ou minimização de custos, mas de outros objetivos gerenciais, que estão abordados na visão gerencial da teoria da firma para a qual fizemos opção, sendo que a normalidade, a despeito da crescente complexidade da atividade gerencial, torna-se admissível quando Marshall (1920, p. 317, *apud* Robbins, 1928) exige que a firma representativa seja de atuação em prazo mais longo e seja bem-sucedida.

Kerstenetzky (2004), confirmando a validade da firma representativa de um setor econômico, acrescenta duas características da análise marshalliana: primeiro, a firma é vista como num contexto de firmas heterogêneas em idade e capacitações, sendo a firma representativa aquela que está na “plenitude de seu ciclo de vida, vigor competitivo, capacidades e acesso a economias internas” (Kerstenetzky, 2004, p. 375); segundo, a firma ao crescer não acumula apenas capital, mas também capacitações, conhecimento, desenvolvimento de sua organização e estabelecimento junto a ampliação de sua clientela (Kerstenetzky, 2004, p. 376); as atividades da firma não se resumem a uma função de produção, mas incluem “as áreas da produção, das finanças, das relações com os trabalhadores, fornecedores, e consumidores” (Kerstenetzky, 2004, p. 376); finalmente, Marshall admitiria o contexto de risco ou incerteza (na visão de Knight, 1964) como comum às firmas (Kerstenetzky, 2004, p. 377), o que significa poder haver falhas nas decisões gerenciais.

Hague (1958), considerando a abordagem marshalliana, afirma que Marshall (1920, *apud* Robbins, 1928) via as firmas de um mercado atuando num “mercado em geral”, cujo significado é a “soma total de todos os mercados especiais das firmas na indústria” (Hague, 1958, p. 679, tradução nossa). Mas o que nos interessa aqui é a demanda do mercado, ou indústria-setor considerado. A curva de demanda do setor é “a soma lateral das curvas de demanda particulares de todos os mercados individuais e especiais” do setor (Hague, 1958, p. 679). Assume-se que “os produtos de todas as várias firmas são próxima e suficientemente homogêneos para permitir-lhes existirem como diferentes variedades da mesma e geral mercadoria” (Hague, 1958, p. 679, tradução nossa). Assim, se poderia falar numa elasticidade-preço ou elasticidade-renda da firma representativa como as que traduzem aquelas do setor ou da indústria como um todo. Ou seja, poderíamos considerar uma curva de demanda do setor ou da indústria como a considerada em Baumol, Panzar e Willig (1988).

Falta-nos explicitar como se trata o setor numa MIP aqui utilizada: “a tecnologia é uma característica das atividades, isto é, a tecnologia para a produção dos produtos é aquela da atividade que o produz” (Ramos, 1996, p. 26). Ou seja, o setor ou a atividade é definido como aquele no qual as firmas produzem produtos com tecnologias muito similares, gerando um produto semelhante ao produto da firma representativa.

2.3 Abordagens de crescimento das firmas frente à adotada aqui

Nesta seção, procuraremos descrever as mais relevantes abordagens de crescimento da firma, de maneira a situar nossa opção vinda de Hulten (1978).

Simon (1955) desenvolve certa categoria de funções que descrevem distribuições com viés para certos grupos, ou seja, distribuições cuja frequência de valores muito altos da função é específica, não representativa da distribuição como um todo, que assim teria um formato em J . Esse tipo de distribuição, segundo Simon (1955), seria típico de vários fenômenos, entre eles a distribuição de renda entre pessoas ou o lucro entre empresas. O importante a esclarecer é que a distribuição em formato J tem seus valores mais altos quando não representativos da população, cuja maioria dos membros não está nos extremos da distribuição. Simon (1955) aproximou tal função, entre algumas opções, por distribuições de série logarítmica. Quanto a este trabalho, interessa frisar o seguinte: na metodologia, aproximamos as elasticidades necessárias para cálculo da PTFE exatamente por logaritmos em séries temporais; além disso, ao trabalhar com a firma representativa em custo unitário, não trabalhamos na MIP com o extremo superior da distribuição em formato J .

Simon e Bonini (1958) tentam encontrar uma explicação conceitual e empírica para o formato em J da distribuição citada no parágrafo imediatamente anterior, que foge ao escopo deste trabalho. Entretanto, o interessante naquele trabalho é sua citação de Bain (1956 *apud* Simon e Bonini, 1958) de que tal autor, fazendo uma pesquisa empírica, conclui, como Baumol, Panzar e Willig (1988), que a curva de custo das empresas, no intervalo relevante de produção, é horizontal, indicando custos unitários (ou médios) constantes. Ijiri e Simon (1964) avançam na explicação do crescimento das firmas com uma distribuição em formato J . E a essência de seu trabalho é mostrar que a Lei de Gilbrat (o crescimento esperado da firma é independente de seu tamanho atual) é mais bem observada por resultados empíricos quando se trata de uma versão mais fraca da mesma lei, ou seja: os autores mostram que um modelo em que o tamanho das firmas não

influencia em seu crescimento⁵ explica menos a distribuição do tamanho das firmas em formato J que outro,⁶ em que o tamanho da firma depende do tamanho dela, com uma perda (mais forte quanto mais antiga) de influência no tempo em relação a tamanhos de momentos anteriores. Esse comportamento claramente, a nosso ver, está considerando (mesmo que não explicitamente) a importância do estoque de capital fixo no crescimento das empresas, cuja série claramente tem uma autocorrelação por firma, uma vez que por ser fixo ele depende, para ser trocado, da suficiente depreciação e obsolescência, o que ocorre apenas lentamente ao longo do tempo de vida da firma. Além disso, deve-se notar que o capital fixo instalado significa a capacidade da firma do quanto conseguiria produzir, o que pelo menos indiretamente determina sua receita potencial. Esta característica está, naturalmente, observada em nosso modelo, como veremos na metodologia.

Young (1998) desenvolve um modelo de crescimento endógeno sem a necessidade de ganhos de escala, o que é muito apropriado a nossa metodologia. Enquanto Romer (1990, p. S82, equação 2) considera como capital e sua variação tanto o capital fixo quanto o circulante agregados, o que o leva a considerar a variedade de produtos apenas via *spillovers* (transbordamentos de conhecimento inovativo entre firmas), além de que Grossman e Helpman (1991) e Aghion e Howitt (1992) consideram qualidade de produto vertical – que leva inexoravelmente a economias de escala –, Young (1998) considera o preço e a taxa de crescimento da qualidade dos insumos (capital circulante) como constante, o que lhe permite construir um modelo de crescimento endógeno sem economias de escala, porque os insumos garantem a existência da “inovação horizontal” sem a necessidade de *spillovers*. Ou seja, os ganhos de escala se diluem via preço e aumento de qualidade dos insumos, fazendo com que as quase-rendas auferidas com inovação – e geradoras de crescimento – possam ser diluídas com rendimentos constantes de escala, o que é apropriado para nossa metodologia.

Luttmer (2011) desenvolve um modelo de crescimento da firma, considerada monopolística, que baseia sua função de produção em planos de produtos e/ou ações no mercado (*blueprints*, no original)⁷ específicos da cada firma monopolística, e também determina o comportamento da demanda pelos consumidores. O modelo é interessante,

5. Ver Ijiri e Simon (1964, p. 79-80).

6. Ver Ijiri e Simon (1964, p. 80-81).

7. Ver Adam, J. H. *Longman Dictionary of Business English*. Essex: Longman, 1982, p. 58.

mas estranho a nossa metodologia, onde a demanda final é totalmente exógena à economia. No modelo de Luttmer (2011), ao especificar seus planos, as firmas também determinam indiretamente a demanda – o que é estranho à postura aqui adotada, pois no seu modelo a única variável de fato exógena (e determinada essencialmente pelo empresário) são os planos (*blueprints*), ou seja, trata-se de um modelo onde a oferta é o fator determinante, não a demanda final, como em nosso caso.

Kumar, Rajan e Zingales (1999) investigam, por uma amostra de quinze países europeus, o que determina o tamanho das empresas, ou em outras palavras, os principais fatores de crescimento das empresas e, conseqüentemente, de uma economia. Entre os vários fatores investigados pelos autores, interessa especificamente a este trabalho os denominados fatores institucionais. Neles, investiga-se a influência da eficiência jurídica no tamanho das empresas de um país. Os resultados da influência são expressivamente robustos, indicando o seguinte: o sistema legal eficiente facilita a habilidade gerencial para usar recursos críticos além de ativos fixos como fonte de poder; além disso, tal sistema, quando eficiente, dá mais garantias e confiabilidade a operações de financiamento das empresas no sistema financeiro; finalmente, o que é o aspecto principal deste trabalho, *um sistema legal eficiente reduz custos de coordenação e favorece o crescimento das empresas* (Kumar, Rajan e Zingales, 1999, p. 22). Adicionalmente, parece-nos importante salientar que os autores concluem, também, que mercados maiores, por favorecerem a especialização produtiva, beneficiam o crescimento das empresas. Esta última é uma conclusão já clássica de Smith (2003), que para nós indica a importância não apenas de um mercado interno expressivo, mas também do mercado externo, como fontes de crescimento das empresas.

Arkolakis (2011) apresenta uma variante do modelo de Luttmer (2011), considerando uma seleção de firmas entrantes em um mercado (e firmas que dele saem) devido a sua produtividade. Entretanto, novamente, todo o modelo depende das ideias colocadas em prática pela firma entrante (ou da perda de validade das ideias das firmas que saem do mercado em questão), que levam a uma produtividade (tanto das entrantes, quanto das que saem) frente a uma demanda, também dependente do crescimento populacional (sem correlação com a ação das firmas) e das ideias exógenas ao mercado (tanto da firma entrante, quanto da que sai), traduzidas em produtividade, por sua vez, determinantes da demanda (ou seja, a escolha feita pelos consumidores frente à disponibilidade de oferta) e do custo marginal das firmas entrantes ou que saem (fundamentais para viabilizar sua permanência no mercado, frente à concorrência

de outras empresas e de novas ideias). Novamente, a exogeneidade do modelo está toda concentrada nas ideias das firmas – que Luttmer (2011) denomina de *blueprints*. Ou seja, é um modelo diferente do nosso, no qual a demanda final é a variável exógena do sistema. Entretanto, o modelo de Arkolakis (2011) é útil para mostrar a importância da produtividade para se acessar e manter-se vendendo mercadorias em um mercado.

Nadiri e Prucha (1999) desenvolvem uma modelagem para determinar a demanda de insumos pela firma que minimiza o valor presente de seu fluxo futuro de custos. Assumem-se expectativas estáticas em preços relativos, produção e tecnologia que baseiam seu planejamento para o futuro que, entretanto, é aplicado apenas para o período corrente – e refeito para o seguinte, e assim por diante. Adicionalmente, por simplificação, assume-se que os preços relativos futuros e correntes são iguais. Assim, se determina a demanda de fatores “quase-fixos” (capital instalado e P&D), junto aos “insumos” trabalho e insumos materiais (os insumos materiais corresponderiam ao que em uma MIP chamamos de insumos). Interessa-nos aqui a demanda de insumos materiais, que é determinada a cada período na otimização de minimização (como aqui já definido) e semelhante a Baumol, Panzar e Willig (1988).⁸ Na equação (3.20) de Nadiri e Prucha (1999), notamos que a quantidade dos insumos materiais demandados na minimização de custos da firma depende, entre outros parâmetros, dos preços relativos do capital instalado e do trabalho. Assim a firma fornecedora de um insumo material a outra firma à frente na cadeia produtiva tem sua PTF influenciada pelo próprio insumo material que consome, como se pode deduzir da equação (2.25) de Nadiri e Prucha (1999). Ou seja, a PTF do fornecedor influencia a otimização de minimização de custos do cliente devido a seu impacto em preços relativos e, portanto, na própria PTF do cliente comprador. Em outras palavras: a variação de PTF do fornecedor, ao se transmitir aos preços relativos, influencia a PTF do cliente comprador. Essa é apenas outra maneira de dizer que as PTFs dos componentes de uma cadeia produtiva influenciam a PTFE da firma ou do setor no final da cadeia, que tentaremos mensurar.

Comin e Mulani (2005), seguindo a linha de crescimento endógeno, desenvolvem um modelo em que a variável exógena fundamental é o P&D da firma, que tem um custo (em parte subsidiado pelas famílias) e uma eficiência em gerar inovação para o mercado da firma, que por sua vez gera um aumento em suas vendas.

8. Ver Nadiri e Prucha (1999, p. 34-39, equações 3.20 e 3.24).

O interessante do modelo para nós, apesar de sua lógica de causalidade de crescimento diversa da que aqui utilizamos, está na visão de que, para se aumentar a produtividade entre os fornecedores, deve-se fazer P&D que cause uma variância na produção da firma (e do mercado) diretamente proporcional à eficiência do mesmo P&D. Ou seja, o avanço de PTF dos fornecedores vem acompanhado de variância em sua produção. No modelo em questão, tal fato não gera estoques indesejados para os fornecedores bem-sucedidos, porque as famílias também aumentariam seu consumo, uma vez que haveria aumento de suas rendas, devido ao aumento de produtividade. O importante para nós aqui é a questão da variância na produção dos fornecedores: em nosso modelo ela poderia ser totalmente escoada; poderia ser estocada; ou poderia gerar uma queda no grau de utilização dos fatores. Assim, chegamos aqui ao ponto central: se houver uma coordenação de variação de PTF entre fornecedor e cliente, haveria uma dosagem de P&D – raciocinando dentro dos limites do modelo de Comin e Mulani (2005) – que, por sua vez, dosaria a variância de produção a ser escoada intersetorialmente e, portanto, não haveria acúmulo de estoques ou queda no grau de utilização dos fatores dos fornecedores ou dos clientes. Em outras palavras, contratos que considerassem a evolução da produtividade nas relações intersetoriais evitariam ineficiências produtivas, expressas em acúmulo de estoques ou manutenção de capacidade ociosa indesejada.

Shapiro (1986) demonstra que ajustar o grau de utilização de capital fixo e o emprego tem custos para a firma: perda de lucratividade, portanto, de eficiência econômica. Assim, poderíamos concluir que alterações indesejadas e frequentes de grau de utilização de capital fixo e emprego, em função de falhas de coordenação entre fornecedores e clientes, levariam a perda de eficiência econômica, portanto de PTFE. Prucha e Nadiri (1991) decompõem a produtividade dos insumos em seus determinantes,⁹ onde fica clara a influência negativa da variação de insumos materiais e de trabalho, ponderada pelos preços relativos destes. Ou seja, falhas de coordenação nas relações intersetoriais fornecedor-cliente levariam novamente a perda de eficiência econômica.

Lentz e Mortensen (2005) desenvolvem um modelo na linha de Arkolakis (2011) e Luttmer (2011), com a variável exógena determinante do modelo sendo as inovações técnicas que determinam a produtividade dos insumos para produzir o bem final. O modelo é mais amplo, mas interessa-nos aqui essencialmente o fato de a produtividade

9. Ver Prucha e Nadiri (1991, p. 17, equação 3.6).

dos insumos aparecer como condicionante da demanda agregada. Ou seja, apesar de no modelo deste trabalho a exogeneidade estar na demanda final, e não na produtividade como em Lentz e Mortensen (2005), nada nos impede de considerar como válido seu sentido de causalidade da inovação tecnológica nos insumos para a produtividade na produção destes, e desta para a qualidade dos bens finais produzidos. Em outras palavras, se as firmas de um setor da economia interna apresentam produtividade sua e nos insumos que utilizam, elas serão capazes de satisfazer a demanda final. Caso contrário, a demanda final será satisfeita parcialmente por outras firmas externas à mesma economia, que, apresentando PTFE condizente à exigência da demanda final frente às possibilidades de produção nos mercados interno e externo – além de capital instalado e mão de obra qualificada, também condizente às exigências –, ocupariam parte da demanda final. Concluindo: a produtividade e a qualidade na produção de insumos intermediários são importantes para a firma crescer e satisfazer ao máximo que conseguir a demanda final.

Klette e Griliches (1997) desenvolvem um modelo de crescimento na linha de Lentz e Mortensen (2005), Arkolakis (2011) e Luttmer (2011), cuja a variável determinante é o P&D da firma. Interessa-nos a especificação das vendas da firma: ela em parte tem similaridade com nosso modelo, pois dependem as vendas do tamanho do mercado, que é dado, à semelhança de nossa demanda final exógena. Entretanto, a parcela do mercado que a firma consegue converter em suas vendas depende positivamente da qualidade de seu produto e negativamente de seus preços (além de um eventual choque aleatório). Nota-se nessa especificação que os preços claramente dependem do custo por unidade de produção, por sua vez, dependente da produtividade da firma. A qualidade do produto depende do P&D, ou seja, da tecnologia incorporada no produto. Este último aspecto, entretanto, para nós está expresso nas PTFs dos insumos utilizados, que numa MIP são a tecnologia de cada produto do setor e/ou da firma. Fica claro, portanto, que o trabalho de Klette e Griliches (1997) também tem similaridades com o nosso, diferindo apenas pela causalidade implícita em cada modelo.

Zack e Knack (2001) desenvolvem um modelo (que corrobora nosso modelo do ponto de vista contratual) em que o grau de confiança que os agentes atribuem aos contratos no mercado de capitais reduz expressivamente o custo de transação destes contratos, gerando também expressivos resultados de crescimento. Aghion, Hemous e Krarroubi (2009) desenvolvem um modelo para mensurar o impacto da política fiscal e racionamento de crédito a empresas no crescimento da indústria, concluindo que

políticas fiscais estabilizadoras a longo prazo levam à superação de constrangimento de crédito e mais crescimento industrial. Estes últimos efeitos estão incorporados em nosso modelo *ex-post*. Alessandria *et al.* (2014) consideram o efeito de choques de produtividade nas firmas, sob dois aspectos: primeiro, tal choque leva a heterogeneidade nas preferências dos consumidores e, portanto, na composição da demanda; segundo, há uma diferenciação inter-firmas quanto à capacidade exportadora, novamente gerando heterogeneidade na demanda; como consequência, um comportamento cíclico no crescimento, é gerado. Deve-se enfatizar que tais efeitos estão todos incorporados no nosso modelo, pois ele é *ex-post*.

Kueng, Yang e Hong (2014) consideram o ciclo de vida da firma em seu crescimento e eventual saída do setor. Esse problema não influencia nossos resultados, pois, como mostramos antes, trabalhamos com a firma representativa, em um equilíbrio setorial tecnológico *à la* Baumol, Panzar e Willig (1988), onde a variável construtiva da firma representativa é o custo unitário representativo do setor. Ou seja, crescimento e entrada/saída de firmas não alteram os cálculos feitos.

Rajan e Zingales (2000) abordam a origem e o crescimento das firmas sob o ponto de vista de suas relações internas (gerenciamento) e contatos intersetoriais com clientes e fornecedores. Sua atenção se volta para a repartição inerente ao processo anterior na repartição de valor agregado e transbordamentos de segredos produtivos e/ou *networks* de clientela. Naturalmente tal questão é existente e importante, mas de novo nosso modelo se volta para resultados *ex-post*, que incluem tal movimento. Adicionalmente, os transbordamentos também não alteram nossos resultados, porque a firma representativa se ancora nos custos unitários, sejam quais forem eles, e tomados *ex-post*.

Finalmente, Herrendorf, Rogerson e Valentinyi (2013) chamam a atenção que o crescimento é acompanhado por mudanças estruturais de importância entre os setores, indicando modelos multisetoriais como mais indicados à análise de produtividade e crescimento. Tal evidência já está incorporada em nosso modelo, pois trabalhamos com a demanda final *ex-post* atendida pela produção interna (em outras palavras, não consideramos na demanda final as importações). Como é fácil entender, as mudanças estruturais ocorridas de 1990 a 2009 estão todas incorporadas na composição de nossa demanda final.

3 METODOLOGIA

Aqui, faremos a exposição da metodologia utilizada neste trabalho. Primeiro, exporemos a metodologia de Hulten (1978) para o cálculo do que chamamos aqui de PTFE. Depois, apresentaremos os procedimentos econométricos utilizados para calcular a PTFE, assim como os fundamentos teóricos para tanto.

3.1 O cálculo da PTFE

O cálculo da PTFE se inicia em Hulten (1978) pela definição da fronteira social de possibilidade de produção (Hulten, 1978, p. 512, equação 1), como dependente da demanda final, dos fatores primários de produção e da tecnologia (esta última expressa como um deslocamento da fronteira). Ou seja:

$$F(Y, J, T) = 0. \quad (1)$$

Em que:

Y = demanda final real.

J = vetor de oferta total de fatores.

T = variável de deslocamento de F (.)

Assume-se que a equação (1) é diferenciável e homogênea de grau zero em Y e J, o que implica:

$$\sum_{i=1}^N (\partial F / \partial Y_i) \cdot Y_i + \sum_{k=1}^K (\partial F / \partial J_k) \cdot J_k = 0. \quad (2)$$

Em que:

N = número máximo de demandas finais reais, que vão de 1 até N.

K = número máximo de fatores produtivos, que vão de 1 até K.

$$-[(\partial F / \partial Y_i) / (\partial F / \partial Y_1)] = p_i \text{ para } i = 2, \dots, N. \quad (3.1)$$

$$[(\partial F / \partial J_k) / (\partial F / \partial Y_1)] = w_k \text{ para } k = 1, \dots, K. \quad (3.2)$$

Em que: $p = (1, p_2, \dots, p_N)$ representa vetores normalizados de preços de produtos (normalizados para que $p_1 = 1$).

$w = (w_1, \dots, w_k)$ representa vetores de preços de fatores.

Pode-se definir a variação agregada de produtividade como a taxa de variação de $F(\cdot)$ em relação ao tempo, mantendo os fatores constantes.

A diferenciação total de (1) resulta em:

$$\sum_{i=1}^N (\partial F / \partial Y_i) \cdot Y_i^V + \sum_{K=1}^K (\partial F / \partial J_K) \cdot J_K^V + F^V = 0. \quad (4)$$

Em que, os pontos sobre Y_i^V , J_i^V e F^V indicam variações em relação ao tempo de Y_i , J_i e F , respectivamente.

Segue-se de (2) que:

$$\sum_{i=1}^N \{[\partial F / \partial Y_i] \cdot Y_i / [\sum (\partial F / \partial Y_i) \cdot Y_i]\} \cdot (Y_i^V / Y_i) + \sum_{k=1}^K \{[\partial F / \partial J_k] \cdot J_k / [\sum (\partial F / \partial J_k) \cdot J_k]\} \cdot (J_k^V / J_k) + F^V / [\sum (\partial F / \partial Y_i) \cdot Y_i] = 0. \quad (5)$$

A seguir Hulten (1978, p. 514) passa a detalhar mais especificamente o cálculo da PTFE e da Eficiência Técnica (ET) agregada. Seguiremos apresentando sua metodologia.

O cálculo da PTFE parte de um modelo de oferta e demanda setorial. A oferta é dada por setor, em equação idêntica à equação (1), com retornos constantes de escala e mudança tecnológica neutra no sentido de Hicks (1932). A demanda setorial é dada por (Hulten, 1978, p. 514, equação 16):

$$Y_i = D^i (1, p_2, \dots, p_N, w_1, \dots, w_K) \text{ para } i = 1, 2, \dots, N. \quad (6)$$

Em que:

Y_i = demanda final do setor i .

p_i = preço unitário do produto do setor 1, sendo unitário (e numerário) para setor $i = 1$.

w_K = preço do fator produtivo primário k .

A equação reduzida de Y seria:

$$Y_i^V / Y_i = \sum_{j=1}^N \alpha_{ij} (A_j^V / A_j) + \sum_{K=1}^K \beta_{iK} (J_{iK}^V / J_{iK}) \quad i = 1, \dots, N. \quad (7)$$

Em que:

Y_i^V = variação da demanda final do setor i .

α_{ij} = elasticidade da PTF_{ij} do setor j para o setor i ; representa “o impacto de uma mudança de eficiência de um setor j no crescimento da demanda final do setor i ” (Hulten, 1978, p. 515, tradução nossa).

A_j^V / A_j = gradiente da PTF_{ij} do setor j .

β_{iK} = elasticidade da variação do fator primário K para a variação da demanda final i .

J_{iK}^V / J_{iK} = gradiente do fator primário K .

A equação da PTFE seria a seguinte:

$$(Z_i^V / Z_i) = \alpha_{i1} (A_1^V / A_1) + \dots + \alpha_{iN} (A_N^V / A_N) \quad i = 1, \dots, N. \quad (8)$$

Em que:

$$(Z_i^V / Z_i) = (PTFE_i^V / PTFE_i) = \text{gradiente da PTFE no setor } i.$$

Baseando-se na equação (4), a contribuição do setor i para a tangente à curva de transformação de produção (Hulten, 1978, p. 515), ou seja, a taxa de eficiência técnica agregada na fronteira de produção a cada ano é dada por:

$$EF_i = \sum_{i=1}^N \left\{ \left[\left(Y_i^V / \sum_1^N Y_i^V \right) \cdot (PTFE_i^V / PTFE_i) \right] + \sum_{k=1}^K \left[\beta_{ik} \cdot \left(Y_i^V / \sum_1^N Y_i^V \right) \cdot (J_{iK}^V / J_{iK}) \right] \right\} - \sum_1^K \left(J_K^V / \sum_1^N Y_i^V \right) \cdot (J_{iK}^V / J_{iK}). \quad (9)$$

Em que:

EF_t = taxa de mudança de eficiência técnica no ano t .

O objetivo deste trabalho é calcular as elasticidades da equação (7), a equação (8) para cada setor da indústria brasileira, e a taxa de eficiência técnica anual de 1990 a 2009, segundo a equação (9).

3.2 Procedimentos econométricos

Neste item, tentaremos sintetizar a elaboração da fonte de dados, a construção das variáveis para estimar as elasticidades da equação (7) e os procedimentos econométricos para dar conta da estimação.

3.2.1 Fonte de dados

A principal fonte de dados são as tabelas de recursos e usos (TRUs), a 42 setores, das contas nacionais anuais brasileiras (CNABs) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 1990 a 2009. Essas TRUs foram todas transformadas para valores a preços constantes de 1995, uma vez que isso é um requisito para se fazer exercícios comparativos intertemporais. Este último procedimento foi possível porque tais TRUs foram fornecidas pelo IBGE em valores monetários do ano corrente e em valores do ano anterior. Assim, foi possível por conversões sucessivas (seja ao deflacionar, seja ao inflacionar) trazer cada célula de cada TRU para valores de 1995. Observa-se que tal procedimento evitou que se criasse uma base fixa em 1995, e se convertesse valores para ela, pois no procedimento feito temos bases móveis a cada ano, apenas encadeadas – o que preserva o equilíbrio geral de cada TRU original, apenas convertida a valores de 1995. Baumol e Wolff (1984) criticam o uso de índices com pesos de base fixa para se calcular intertemporalmente o comportamento da produtividade, considerando-os inadequados. Esse não é nosso caso, pois utilizamos índices de base móvel ano a ano, e específicos para cada célula de cada TRU em cada ano.

A partir das TRUs de 1990 a 2009 convertidas a preços de 1995, construímos as MIPs (e a partir delas, suas respectivas Inversas de Leontief) de 1990 a 2009, a preços de 1995. A metodologia de tal construção seguiu o procedimento indicado em Guilhoto e Sesso Filho (2005), além de Gigantes (1998). Todo esse procedimento está detalhado em Bahia (2015a).

A demanda final (a preços de 1995) necessária à estimação das elasticidades na equação (7) foi apenas a demanda final preenchida por produção doméstica, ou seja, excluindo as importações. O procedimento para passar da demanda final presente em uma TRU (que inclui as importações) para a outra aqui utilizada foi o mesmo de Bahia (2015b). Ou seja, utilizamos a metodologia de Holland e Martin (1993).

A taxa de PTF (considerando obsolescência e depreciação do capital instalado) para cada setor foi tirada de Bahia (2016). Os valores anuais de PTF por setor foram assim calculados segundo uma progressão aritmética, cuja razão foi a referida taxa. Ou seja:

$$PTF_j^t = 1 + \Phi_j \cdot (s - 1) \quad s = 1, 2, \dots, m. \quad (10)$$

Em que:

$$PTF_j^t = \text{PTF do setor } j \text{ no ano } t = (1990 + s - 1).$$

$$\Phi_j = \text{taxa de } PTF_j \text{ do setor } j \text{ no período } 1990\text{-}2009 \text{ (Bahia, 2016)}.$$

Os dados de capital fixo instalado e pessoal ocupado, por setor e a cada ano, foram todos tirados de Bahia (2016).

3.2.2 Estimativa das elasticidades

A primeira tarefa econométrica é a de calcular as elasticidades α_{ij} e β_{ik} da equação (17). Fizemos isso regredindo (por mínimos quadrados ordinários – MQO)¹⁰ a seguinte equação:

$$\text{Log}(Y_i^t) = c + \sum_{j=1}^n \alpha_{ij} \text{Log}(PTF_{ij}^t) + \sum_{k=1}^2 \beta_{i,k} \text{Log}(J_k^t) \quad (11)$$

Em que:

c = constante.

Y_i^t = demanda final como definida no item anterior.

10. É necessário observar que utilizamos o Modelo de Regressão Linear Clássico. Para uma especificação de suas propriedades e exigências, ver Gujarati (1995), cap. 3, seção 3.2; ou ainda Pindyck e Rubinfeld (1981), cap. 3, p. 47.

$PTF_{ij}^t = PTF_j^t$ do setor j de relacionamento intersetorial existente com o setor i .
 J_k^t = fator produtivo K ($K = 1$ para capital fixo instalado no setor i ; $K = 2$ para pessoal ocupado no setor i).

Os logaritmos das variáveis foram normalizados para que todos sejam unitários em 1990. Os setores considerados no cálculo de α_{ij} foram selecionados da seguinte maneira:

- a) Primeiro, sobre os setores considerados para se calcular as elasticidades da equação (2). Para cada ano, de 1990 a 2009, trabalhamos com a Inversa de Leontief (IL) do ano em questão. Selecionamos a cada ano, para cada setor, seus fornecedores com multiplicador daquele fornecedor pelo menos representante de 1% do multiplicador total daquele setor cuja demanda final estava sendo considerada. Fazendo isso ano a ano, selecionamos apenas os fornecedores que ao longo dos 20 anos (de 1990 a 2009) haviam sido selecionados ao final pelo menos quinze vezes. Esse procedimento se justifica pela metodologia de cálculo de elasticidade por MIP.¹¹ Notamos que para cada setor considerado os fornecedores selecionados são praticamente os mesmos de 1990 a 2009. Ou seja, contabilmente as elasticidades com sentido de serem consideradas são as mesmas praticamente ao longo dos 20 anos.
- b) Segundo, uma depuração foi necessária para se fazer as regressões: entre os fornecedores considerados, qual ou quais utilizarmos na regressão considerada. Nosso critério, por ordem decrescente de importância foi o seguinte: *i*) significância do coeficiente (pelo menos a 10%) de cada fornecedor e menor Critério de Schwartz possível com os dados disponíveis; *ii*) aprovação pelo teste de Durbin-Watson e pelo correlograma com doze anos de defasagem; *iii*) aprovação no teste de raiz unitária (com pelo menos 5% de significância e cinco anos de defasagens) em três modalidades: com constante e com tendência; com constante apenas; sem constante e sem tendência; o teste feito foi o ADF; *iv*) essas etapas foram eliminatórias, significando que a regressão aprovada, para cada setor, com determinado conjunto de fornecedores, foi aprovada nas etapas de *i*) a *iii*).

11. Ver Miller e Blair (2009), especialmente a página 283.

Portanto, as elasticidades calculadas na equação (26) estão cointegradas, sem autocorrelação nos resíduos, são significativas pelo teste t e de escolha otimizada pelo Critério de Schwartz.

O método de MQO é bastante usado para detectar quebras estruturais em séries de tempo, como mostram Pindyck e Rubinfeld (1981, p. 126-127) e Johnston (1987, p. 207-225). Testes de mudança estrutural podem tomar a forma de testes de *piecewise, dummies* de inclinação ou de nível, ou simplesmente Testes de Chow. Essencialmente, todos eles detectam mudanças não aleatórias nos coeficientes da regressão, que significam mudança na minimização do somatório dos quadrados dos erros da regressão entre dois ou mais períodos definidos.

No nosso caso aqui, a detecção de quebras estruturais já foi feita no cálculo da função de produção, definidora de cada PTF setorial, em Bahia (2016). A seguir, vamos mostrar que a detecção de mudanças estruturais na equação (1) de Bahia (2016) – aqui denominada de equação (1') – através da equação estimada em Bahia (2016) – a equação (4), aqui denominada de equação (4') – é o mesmo que considerar mudanças estruturais na equação (11), deste trabalho.

A seguir, apresentamos as equações fundamentais a nossa explicação da afirmativa anterior:

$$P = f(K, PO, A). \quad (1')$$

$$P = A + (\partial f / \partial K).K + (\partial f / \partial PO).PO . \quad (4')$$

Em que:

P = produção.

K = estoque de capital produtivo utilizado.

PO = pessoal ocupado na produção.

A = índice de produtividade (PTF) na equação (4'), que representa os insumos na equação (1').

O que fizemos em Bahia (2016) foi estimar, considerando mudanças estruturais entre 1990 e 2009, a equação (4'), quando achamos uma taxa da variação de PTF média para o período em questão – essa taxa é Φ_j da equação (10).

O importante a notar é o seguinte:

$$P_i^t = I^t Y_i^t. \quad (12)$$

$$\Delta P_i^{t,t+1} = \Delta I^{t,t+1} Y_i^t + I^t \Delta Y_i^{t,t+1} + \Delta I^{t,t+1} \Delta Y_i^{t,t+1}. \quad (13)$$

Em que:

I^t = Inversa de Leontief, que é uma matriz de constantes no ano t .

Y_i^t = vetor de demanda final no ano t para o setor i .

P_i^t = vetor de produção no ano t para o setor i .

Notamos que a variação temporal de P (onde pode ocorrer uma mudança estrutural) depende de duas variações: a da demanda final definida na equação (11) e da Inversa de Leontief. Ambas as variações estão incluídas na equação (4'), quando fizemos seus ajustes estruturais, pois lá a variável dependente é P_i^t que inclui I e Y_i^t simultaneamente. Mas como tais alterações se transmitiram para a equação (11)? Através de Y_i^t , que é a variável dependente, e através de A , cuja taxa média de variação está presente na equação (10), e que, por sua vez, define PTF_{ij}^t na equação (11). Vale notar que a série de PTF_{ij}^t assim construída é uma progressão aritmética (equação 10), portanto uma série sem quebras estruturais.¹² Além disso, as variáveis K e PO são as mesmas usadas nas equações (4') e (11).

3.2.3 Interpretação dos resultados nas elasticidades

Os valores esperados de α_{ij} são positivos. A seguir, indicamos as interpretações possíveis para os valores de α_{ij} :

i) $\alpha_{ij} > 0$; é o valor esperado.

12. Ver Enders (1995, p. 4).

ii) $\alpha_{ij} < 0$; significa que o setor fornecedor do insumo j fornece também para um bem substituto do setor i , e este último fornecimento é preponderante no equilíbrio dinâmico das MIPs de 1990 a 2009.

iii) α_{ij} não significativo; apesar de existente o fornecimento do setor j para o setor i na MIP com elevado multiplicador setorial, significa que a variância da PTF do setor j é muito alta em relação à variância da demanda final do setor i ; o que pode estar indicando um dos seguintes aspectos.

- 1) Há uma falta de coordenação temporal entre o aumento (queda) da PTF do setor j em relação ao aumento (queda) da demanda final do setor i . Deve-se salientar que isso pode ocorrer inclusive quando $i = j$, indicando que o aumento (queda) de vendas do setor i não está bem coordenado com o aumento (queda) da PTF do mesmo setor i . Ou seja, há uma falta de sincronia expressiva entre a evolução da PTF do fornecedor (ou até da PTF do mesmo setor) com a evolução da demanda final do setor analisado.
- 2) Há a sincronia citada no item (1), mas os contratos são imperfeitos e na prática não conseguem efetivar uma sincronia existente.
- 3) Eventualmente, algum setor fornecedor pode ter sido submetido a um choque adverso em sua PTF; entretanto, numa série de vinte anos como a que temos, esse aspecto é muito minimizado.
- 4) Todos esses aspectos chamam atenção para a coordenação intersetorial enfatizada em vários artigos explicitados na seção 2 deste trabalho, principalmente Lentz e Mortensen (2005), Shapiro (1986), além de Comin e Mulani (2005).

A observação (*iii*) pode ser melhor explicada, primeiro, do ponto de vista econômico, e depois segundo a literatura citada. Explicitaremos melhor esses dois pontos a seguir.

Do ponto de vista econométrico, a significância de α_{ij} depende da estatística t desse coeficiente, cuja expressão algébrica¹³ é a seguinte:

$$\text{estatística } t = (\alpha_{ij} - \alpha_{ij}^0) / s_{\alpha_{ij}}. \quad (14)$$

13. Ver Pindyck e Rubinfeld (1981, p. 57).

Em que:

α_{ij} = elasticidade estimada.

α_{ij}^0 = elasticidade hipoteticamente verdadeira.

$s_{\alpha_{ij}}$ = desvio-padrão de α_{ij} .

$\alpha_{ij} = (\partial Y_i / Y_i) / (\partial PTF_{ij} / PTF_{ij})$ = elasticidade de Y_i em relação a PTF_{ij} .

Ou seja, do ponto de vista econométrico, para α_{ij} ser significativo é necessário que a *estatística t* seja elevada o suficiente. Se o desvio-padrão de α_{ij} é grande, a *estatística t* decresce, e α_{ij} deixa de ser significativo. Mas o que significa que o desvio-padrão de α_{ij} é alto? Significa primeiro que sua dispersão em torno da própria média é alta. Em segundo lugar, significa que a variação percentual de PTF ligada a tal α_{ij} é muito diferente da variação percentual da demanda final do setor i ao longo da série de tempo considerada. Ou seja, que aumentos (ou quedas) de PTF não estão coincidindo com aumentos (ou quedas) da demanda final do setor. Enfim, significa uma falha de coordenação entre os dois movimentos anteriores.

Do ponto de vista teórico, α_{ij} não significativo indica uma falha contratual e/ou de continuidade da relação intersetorial que representa aquele α_{ij} . Isso pode ser visto na literatura resenhada. Citaremos alguns exemplos. Lentz e Mortensen (2005) consideram que a produtividade incorporada no insumo utilizado pela firma influencia a produtividade dessa firma, o que lhe permite ganhos na sua demanda final, ou seja, a produtividade dos insumos, se bem coordenada, leva a aumentos similares na demanda final da firma que compra os insumos. Shapiro (1986) mostra que falhas no fornecimento de insumos do(s) fornecedor(es) para o cliente levam a oscilações indesejadas de grau de utilização de capacidade produtiva no cliente, que geram custos improdutivos, portanto perda de eficiência produtiva – ou seja, novamente a falha de coordenação gera ineficiência. Comin e Mulani (2005) mostram que aumentos de PTF nos fornecedores (causados por seus P&Ds bem-sucedidos) levam a aumento de produção (ou em sua capacidade de produção) dos mesmos fornecedores, que precisam ser escoados para algum cliente; se o cliente não tem aumento de demanda final que justifique a compra de insumos do(s) fornecedor(es), esses últimos terão aumentos indesejados de estoques ou de ociosidade no grau de utilização de capacidade, o que novamente gera custos desnecessários e, portanto, perda de eficiência produtiva.

Uma vez tendo α_{ij} para cada setor i , no período 1990-2009, calculamos a PTFE do mesmo setor i , através da equação (8). Finalmente, utilizando a equação (9), calculamos a taxa de variação da eficiência técnica da indústria como um todo a cada ano,¹⁴ no período 1990-2009.

4 RESULTADOS

Organizamos os resultados por complexos industriais, definidos em Haguenaer *et al.* (2001). Trata-se apenas de uma maneira de apresentação, pois as regressões e todos os cálculos foram feitos para cada setor isolado. A seguir, mostraremos os resultados e uma análise preliminar destes (uma vez que a análise exaustiva exigiria estudos de caso setoriais).

4.1 Complexo agroindústria

A seguir, apresentamos no quadro 1 os setores que compõem o complexo agroindústria.¹⁵

QUADRO 1
Complexo agroindústria

Número do setor	Setor
01	Agropecuária
17	Elementos químicos
25	Indústria do café
26	Beneficiamento de produtos vegetais
27	Abate de animais
28	Indústria de laticínios
29	Fabricação de açúcar
30	Fabricação de óleos vegetais

Fonte: Sistema de Contas Nacionais (SCN) a 42 setores (Metodologia 2000)/IBGE.

Obs.: Para uma especificação setorial na Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) a 5 dígitos de cada setor, ver Comissão Nacional de Classificação (Concla), disponível em: <www.ibge.gov.br>.

Na tabela 1 a seguir, apresentamos o cálculo da PTFE para o complexo agroindústria.

14. Segundo Hulten (1978, p. 514, tradução nossa), trata-se da "taxa de mudança da fronteira de possibilidade de produção mantendo constantes os fatores primários".

15. Ver Haguenaer *et al.* (2001).

Nota-se, de imediato, que o número de fornecedores de cada setor é muito menor que os contabilmente efetivos nas MIPs de 1990 a 2009. Isso sugere, de imediato, que boa parte dos α_{ij} 's não alcançou significância estatística ou não passou nos quesitos de (i) a (iii) da seleção de setores, explicitados anteriormente. Essa será a tônica de todos os complexos e tentaremos explicar seus motivos na conclusão deste trabalho, à luz da bibliografia sumariada na seção 2.

TABELA 1
Complexo agroindústria – cálculo PTFE (1990-2009)

Número do setor ¹	Setor ¹	Número do fornecedor ¹	Fornecedores ¹	Elasticidade	PTF ²	PTFE ²
01	Agropecuária	01	Agropecuária	0,28	9,24	2,57
17	Elementos químicos	17	Elementos químicos	-4,83	1,21	-5,86
25	Indústria do café	25	Indústria do café	0,35	7,43	2,62
26	Beneficiamento de produtos vegetais	18	Refino do petróleo	1,15	-2,60	-2,99
27	Abate de animais	01	Agropecuária	0,72	9,24	6,67
28	Indústria de laticínios	01	Agropecuária	0,29	9,24	2,69
29	Fabricação de açúcar	01	Agropecuária	1,77	9,24	16,37
30	Fabricação de óleos vegetais	01	Agropecuária	0,39	9,24	3,64

Fonte: TRUs das Contas Nacionais Anuais Brasileiras (CNABs) de 1990 a 2009.

Notas: ¹ Setores e respectivos números das CNABs a 42 setores.

² Taxa média da progressão aritmética da variável entre 1990 e 2009, em porcentagem ao ano (a.a.).

Na *agropecuária*, os fornecedores selecionados foram: agropecuária (01),¹⁶ extra-tiva mineral (02), elementos químicos (03), refino de petróleo (18), químicos diversos (19), beneficiamento de produtos vegetais (26), Siup¹⁷ (33), transportes (36) e serviços prestados à empresa (40). Apenas o fornecedor *agropecuária* foi significativo para o próprio setor *agropecuária*, indicando haver uma expressiva “cadeia recursiva” dentro do setor. Entretanto, seu α_{ij} é bastante inelástico, o que também sugere que a cadeia de *agropecuária* poderia ser aprimorada, do ponto de vista de coordenação ao longo de seus vários fornecimentos. Sabemos, entretanto, que esse aprimoramento envolve não apenas os agricultores, mas uma ampla série de atores produtores e entes públicos que influenciam o desempenho da cadeia. Mesmo assim, sua média de crescimento de PTFE (numa progressão aritmética) no período 1990-2009 foi bastante expressiva (2,57% a.a.), para período tão longo.

16. O número entre parêntesis (neste e em todos setores fornecedores) indica sua numeração nas CNABs a 42 setores.

17. Serviços industriais de utilidade pública (Siup).

Em *elementos químicos*, os fornecedores selecionados foram: agropecuária (01), extrativa mineral (02), outros metalúrgicos (07), máquinas e equipamentos (08), elementos químicos (17), refino de petróleo (18), químicos diversos (19), Siup (33), transportes (36) e serviços prestados à empresa (40). O único fornecedor efetivo foi o próprio setor de *elementos químicos*, com elasticidade fortemente negativa, que indica seu destino prioritário para outros setores como combustíveis e bebidas. Sua PTF isolada é significativa (1,21% ao ano – a.a.), mas não a PTFE, devido ao efeito substituição antes descrito. Sua PTFE poderia ser aprimorada se ocorressem elasticidades significativas principalmente com máquinas e equipamentos, Siup e transportes.

Na *indústria do café*, os fornecedores selecionados foram: agropecuária (01), elementos químicos (17), refino de petróleo (18), indústria do café (25), transportes (36) e serviços prestados à empresa (40). Novamente, apenas a “cadeia recursiva” do setor se mostrou significativa, ou seja, o fornecedor significativo é *indústria do café* mesmo. Isso indica possibilidades de aprimoramento coordenativo da cadeia no futuro, principalmente com *agropecuária*. Seu α_{ij} é também inelástico, indicando que as interações da cadeia fazem a PTF isolada ser maior que a PTFE, cujo valor, entretanto, é expressivo: 2,62% a.a. no período 1990-2009.

No setor *beneficiamento de produtos vegetais*, os fornecedores selecionados foram: agropecuária (01), celulose, papel e gráfica (15), elementos químicos (17), refino de petróleo (18), beneficiamento de produtos vegetais (26), Siup (33), transportes (36) e serviços prestados à empresa (40). Entretanto, o único fornecedor significativo foi *refino de petróleo*, o que nos leva às mesmas observações feitas aos dois setores citados anteriormente. Como a PTF deste último setor (considerando a obsolescência do capital instalado)¹⁸ é negativa, e o α_{ij} é positivo, a PTFE final ficou negativa para o período 1990-2009. Esclarece-se que a contribuição do fornecedor na relação intersectorial (expressa no α_{ij}) é positiva, mas a sua PTF não teve desempenho médio positivo no período 1990-2009. Conclui-se pela mesma potencialidade de aprimoramento produtivo na cadeia em questão, via melhoria de coordenação, que observamos.

No setor *abate de animais*, os fornecedores selecionados foram: agropecuária (01), elementos químicos (17), refino de petróleo (18), abate de animais (27), fabricação de

18. Ver Bahia (2016), para considerações sobre esse ponto.

óleos vegetais (30), outros produtos alimentícios (31), Siup (33), transportes (36) e serviços prestados à empresa (40). O único fornecedor significativo foi *agropecuária*. Notamos aqui o mesmo potencial de aumento de PTFE com mais intensa coordenação da cadeia. Entretanto, a PTFE média para o período é alta: 6,67% a.a.

No setor *indústria de laticínios*, os fornecedores selecionados foram: agropecuária (01), celulose, papel e gráfica (15), elementos químicos (17), refino de petróleo (18), indústria de laticínios (28), Siup (33), transportes (36) e serviços prestados à empresa (40). O único fornecedor significativo foi *agropecuária*, resultando numa PTFE média de 2,69% a.a., que é um valor já alto para produtividade total dos fatores num intervalo de vinte anos. Esse setor apresenta o mesmo fornecedor significativo que o anterior. Novamente, esforços de coordenação da cadeia podem implicar PTFEs expressivamente mais altas para cada setor.

No setor de *fabricação de açúcar*, temos os seguintes fornecedores selecionados: agropecuária (01), outros metalúrgicos (07), elementos químicos (17), refino de petróleo (18), químicos diversos (19), fabricação de açúcar (29), Siup (33), transportes (36) e serviços prestados à empresa (40). O único fornecedor significativo foi *agropecuária*, levando a uma PTFE média de 16,37% a.a. Este último valor é bastante alto, fruto não de uma coordenação da cadeia mais bem-sucedida que nos demais setores desse complexo, mas de um α_{ij} elástico, que revela uma particular simbiose entre a produtividade do plantio de cana-de-açúcar com a fabricação de açúcar. Na verdade, essas duas atividades geralmente são parte de uma mesma propriedade econômica, o que parece lhes facilitar a coordenação intersetorial.

No setor *fabricação de óleos vegetais*, os fornecedores selecionados são: agropecuária (01), elementos químicos (17), refino de petróleo (18), fabricação de óleos vegetais (30), transportes (36) e serviços prestados à empresa (40). Novamente, o único fornecedor significativo é *agropecuária*, levando a uma PTFE média de 3,64% a.a. para o período como um todo. Essa é uma produtividade total dos fatores medianamente alta, mas com um α_{ij} inelástico, revelando possibilidades de coordenação ainda por explorar. Da mesma maneira, a cadeia como um todo ganharia em produtividade, se coordenasse mais finamente todos seus elos.

Em síntese, podemos fazer duas observações principais para a PTFE do complexo agroindústria.

Primeiro, há expressivas potencialidades de coordenação ainda pouco exploradas, que poderiam elevar a produtividade total dos fatores do complexo. Mesmo assim, as PTFEs dos setores são expressivas, em valores altos para padrões internacionais.

Segundo, o fornecedor-chave para a PTFE de praticamente todos os demais setores é o *agropecuária*. Portanto, a busca de maior PTFE para cada setor passaria, por um lado, pelo incremento da PTF do setor *agropecuária* e, por outro lado, por prioritariamente estreitar a coordenação produtiva com o mesmo setor, para depois se estender aos demais.

4.2 Complexo metalomecânico

A seguir, apresentamos no quadro 2 os setores que compõem o complexo metalomecânico.¹⁹

QUADRO 2
Complexo metalomecânico

Número do setor	Setor
05	Siderurgia
06	Metalurgia dos não ferrosos
07	Outros metalúrgicos
08	Máquinas e equipamentos
10	Material elétrico
11	Equipamentos eletrônicos
12	Automóveis, caminhões e ônibus
13	Peças e outros veículos

Fonte: SCN a 42 setores (Metodologia 2000)/IBGE.

Obs.: Para uma especificação setorial na CNAE a 5 dígitos de cada setor, ver Concla, disponível em: <www.ibge.gov.br>.

Na tabela 2, apresentamos os resultados do complexo metalomecânico.

No setor *siderurgia*, os fornecedores selecionados foram: extrativa mineral (02), petróleo e gás (03), siderurgia (05), metalurgia dos não ferrosos (06), outros metalúrgicos (07), máquinas e equipamentos (08), refino de petróleo (18), Siup (33), transportes (36) e serviços prestados à empresa (40). Nota-se, entretanto, que os únicos fornecedores significativos foram *siderurgia* (aqui enfatizando a importância de sua

19. Ver Haguenaer *et al.* (2001).

“cadeia recursiva”) e *refino de petróleo*, levando-nos a uma taxa de PTFE de 12,13% a.a. Esta última taxa é bastante alta, atestando a eficiência produtiva da siderurgia brasileira. Entretanto, ela poderia ser ainda mais alta, se houvesse uma coordenação mais fina com *extrativa mineral*, principalmente, e com os demais fornecedores, em geral.

TABELA 2
Complexo metalomecânico – cálculo PTFE (1990-2009)

Número do setor ¹	Setor ¹	Número do fornecedor ¹	Fornecedores ¹	Elasticidade	PTF ²	PTFE ²
05	Siderurgia	05	Siderurgia	8,57	3,11	26,70
05	Siderurgia	18	Refino do petróleo	5,61	-2,60	-14,57
PTFE Total do Setor 05 = 12,13						
06	Metalurgia dos não ferrosos	06	Metalurgia dos não ferrosos	0,49	7,24	3,54
07	Outros metalúrgicos	07	Outros metalúrgicos	6,87	0,33	2,26
08	Máquinas e equipamentos	08	Máquinas e equipamentos	1,33	3,11	4,13
10	Material elétrico	10	Material elétrico	0,10	3,11	0,32
11	Equipamentos eletrônicos	11	Equipamentos eletrônicos	28,29	0,50	14,11
11	Equipamentos eletrônicos	18	Refino do petróleo	4,33	-2,60	-11,24
PTFE total do setor 11 = 2,87						
12	Automóveis/caminhões/ônibus	12	Automóveis/caminhões/ônibus	1,19	-3,70	-4,41
12	Automóveis/caminhões/ônibus	13	Peças e outros veículos	16,93	0,56	9,46
PTFE total do setor 12 = 5,05						
13	Peças e outros veículos	13	Peças e outros veículos	4,05	0,56	2,26

Fonte: TRUs das CNABs de 1990 a 2009.

Notas: ¹ Setores e respectivos números das CNABs a 42 setores.

² Taxa média da progressão aritmética da variável entre 1990 e 2009 em porcentagem a.a.

No setor *metalurgia dos não ferrosos*, os fornecedores selecionados foram: *extrativa mineral* (02), *siderurgia* (05), *metalurgia dos não ferrosos* (06), *outros metalúrgicos* (07), *elementos químicos* (17), *refino do petróleo* (18), *artigos plásticos* (21), *Siup* (33), *transportes* (36) e *serviços prestados à empresa* (40). O único fornecedor significativo foi o próprio *metalurgia dos não ferrosos*, levando a uma taxa de PTFE de 3,54% a.a. Esta taxa é menor que a taxa de PTF do setor, mostrando que a cadeia do setor carece de coordenação, principalmente com *extrativa mineral* e *Siup*, fornecedores de dois insumos importantes: *bauxita* e *energia elétrica*, no caso do *alumínio*; e *outros minerais*, como *cobre*, *zinco* etc.

No setor *outros metalúrgicos*, os fornecedores selecionados foram: extrativa mineral (02), siderurgia (05), metalurgia dos não ferrosos (06), outros metalúrgicos (07), celulose, papel e gráfica (15), químicos diversos (19), artigos plásticos (21), Siup (33), transportes (36) e serviços prestados à empresa (40). O único fornecedor significativo foi o próprio setor *outros metalúrgicos*, levando a uma taxa de PTFE de 2,26 % a.a. Ao contrário do setor imediatamente anterior, o aqui descrito tem uma taxa de PTFE maior que a sua taxa de PTFE, indicando que sua “cadeia recursiva” está bem coordenada. Entretanto, causa estranheza por que fornecedores como *extrativa mineral* e *transportes*, dada sua proximidade produtiva, não foram significativos no cálculo da PTFE – o que nos leva a concluir também por uma potencialidade de mais coordenação intersetorial com mais fornecedores.

No setor *máquinas e equipamentos*, os fornecedores selecionados foram: extrativa mineral (02), siderurgia (05), metalurgia dos não ferrosos (06), outros metalúrgicos (07), máquinas e equipamentos (08), material elétrico (10), equipamentos eletrônicos (11), peças e outros veículos (18), refino de petróleo (18), artigos plásticos (21), Siup (33), transportes (36) e serviços prestados à empresa (40). O único fornecedor significativo foi o próprio *máquinas e equipamentos*, com um α_{ij} elástico, que levou a uma taxa de PTFE (4,13% a.a.) maior que a de PTFE. Isso sinaliza eficiência coordenativa na “cadeia recursiva” do setor, mas também potencialidades pouco exploradas de coordenação, principalmente com siderurgia, material elétrico, peças e outros veículos, e equipamentos eletrônicos.

No setor *material elétrico*, os fornecedores selecionados foram: minerais não metálicos (04), siderurgia (05), metalurgia dos não ferrosos (06), outros metalúrgicos (07), máquinas e equipamentos (08), equipamentos eletrônicos (11), celulose, papel e gráfica (15), refino de petróleo (18), artigos plásticos (21), Siup (33), transportes (36), material elétrico (10) e serviços prestados à empresa (40). O setor fornecedor significativo foi apenas o próprio *material elétrico*. Entretanto, seu α_{ij} é bastante inelástico, sua taxa de PTFE cerca de 0,32% a.a., muito abaixo de sua taxa de PTFE. Ou seja, na sua “cadeia recursiva”, há dificuldades de coordenação das atividades dentro dela. Além disso, há carência de coordenação com todos os demais fornecedores. Em outras palavras: esse é um setor com elevada possibilidade de aumento de sua taxa de PTFE, se aumentar seu grau de coordenação intersetorial.

No setor de material eletrônico, selecionamos os seguintes fornecedores: siderurgia (05), metalurgia dos não ferrosos (06), outros metalúrgicos (07), material elétrico (10), equipamentos eletrônicos (11), refino de petróleo (18), artigos plásticos (21),

transportes (36) e serviços prestados à empresa (40). Os fornecedores significativos foram: *equipamentos eletrônicos* e *refino de petróleo*. O primeiro fornecedor novamente se refere à “cadeia recursiva” do setor, e está com elevada coordenação, uma vez que seu α_{ij} é muito elástico. O segundo setor se refere à base petroquímica, necessária aos componentes na montagem de eletrônicos. A taxa de PTFE final do setor é expressivamente maior que a taxa de PTFE, indicando boa coordenação. Mesmo assim, há espaço para aprimoramentos, principalmente na coordenação intersetorial de metalurgia dos não ferrosos, artigos plásticos e serviços prestados à empresa (que encerra as atividades de elaboração de *softwares*).

No setor de *automóveis, caminhões e ônibus*, os setores selecionados foram: siderurgia (05), outros metalúrgicos (07), máquinas e equipamentos (08), material elétrico (10), automóveis, caminhões e ônibus (12), peças e outros veículos (13), indústria da borracha (16), refino de petróleo (18), artigos plásticos (21), Siup (33), transportes (36) e serviços prestados à empresa (40). Os fornecedores significativos foram *automóveis, caminhões e ônibus*; e *peças e outros veículos*. O primeiro fornecedor novamente trata da “cadeia recursiva” do setor, que de fato tem não apenas montagem mas fabricações dentro de si, sendo seu α_{ij} elástico, o que indica boa coordenação interna. O segundo fornecedor são os fabricantes de autopeças, também com α_{ij} muito elástico e de elevada coordenação – uma vez que trabalham muito perto das montadoras. A taxa de PTFE é, portanto, bem mais alta que a de PTFE. Mesmo assim, há espaço para incremento de taxa de PTFE com aumento de coordenação intersetorial com outros fornecedores, principalmente siderurgia, material elétrico, indústria da borracha (fornecedor principalmente de pneus), e artigos plásticos.

No setor de *peças e outros veículos*, os fornecedores selecionados foram: siderurgia (05), metalurgia dos não ferrosos (06), outros metalúrgicos (07), máquinas e equipamentos (08), peças e outros veículos (13), refino de petróleo (18), artigos plásticos (21), Siup (33), transportes (36) e serviços prestados à empresa (40). O único fornecedor significativo foi *peças e outros veículos*, com um α_{ij} altamente elástico, o que indica coordenação alta de sua “cadeia recursiva”. Deve-se salientar, entretanto, que nesse setor estão não apenas as autopeças, mas também a fabricação de aviões principalmente. Caberia aqui a observação de antes: a taxa de PTFE seria ainda mais incrementada se houvesse mais coordenação em particular com siderurgia, metalurgia dos não ferrosos, outros metalúrgicos e artigos plásticos.

No complexo *metalomecânico*, a taxa de PTFE é alta, exceto em *máquinas elétricas*. Trata-se, contudo, quanto a este último setor, da necessidade de um incremento de coordenação de suas atividades em si, o que é mais fácil com outros setores. O incremento de taxa de PTFE do complexo deveria começar pelas relações intersetoriais com *siderurgia*, fornecedor comum a todos os setores, ele mesmo de elevadas taxas de PTF e PTFE, e com α_{ij} não significativo também em todos os setores.

4.3 Complexo químico

A seguir, apresentamos no quadro 3 os setores que compõem o complexo químico.²⁰

QUADRO 3
Complexo químico

Número do setor	Setor
03	Petróleo e gás
16	Indústria da borracha
18	Refino do petróleo
19	Químicos diversos
20	Farmacêutica e veterinária
21	Artigos plásticos

Fonte: SCN a 42 setores (Metodologia 2000)/IBGE.

Obs.: Para uma especificação setorial na CNAE a 5 dígitos de cada setor, ver Concla, disponível em: <www.ibge.gov.br>.

Na tabela 3, mostramos os resultados do complexo químico.

TABELA 3
Complexo químico – cálculo PTFE (1990-2009)

Número do setor ¹	Setor ¹	Número do fornecedor ¹	Fornecedores ¹	Elasticidade	PTF ²	PTFE ²
03	Petróleo e gás	10	Material elétrico	13,04	3,17	41,28
16	Indústria da borracha	16	Indústria da borracha	13,30	2,56	34,07
16	Indústria da borracha	18	Refino do petróleo	6,14	-2,60	-15,96
PTFE Total do Setor 16 = 18,11						
18	Refino do petróleo	18	Refino do petróleo	0,27	-2,60	-0,71
18	Refino do petróleo	03	Petróleo e gás	1,15	7,84	9,02
PTFE Total do Setor 18 = 8,31						
19	Químicos diversos	18	Refino do petróleo	-0,94	-2,60	2,45
20	Farmacêutica e veterinária	20	Farmacêutica e veterinária	0,58	10,36	5,98
21	Artigos plásticos	21	Artigos plásticos	-6,07	0,40	-2,44

Fonte: TRUs das CNABs de 1990 a 2009.

Notas: ¹ Setores e respectivos números das CNABs a 42 setores.

² Taxa média da progressão aritmética da variável entre 1990 e 2009, em porcentagem a.a.

20. Ver Haguenauer *et al.* (2001).

No setor de *petróleo e gás*, os fornecedores selecionados foram: petróleo e gás (03), siderurgia (05), outros metalúrgicos (07), máquinas e equipamentos (08), material elétrico (10), celulose, papel e gráfica (15), refino do petróleo (18), Siup (33), construção civil (34), transportes (36) e serviços prestados à empresa (40). O único fornecedor significativo foi *material elétrico*, com alta elasticidade, que leva a uma taxa de PTFE também muito alta (41,28% a.a.). Essa elasticidade muito alta revela uma excelente coordenação entre fornecedores e a Petrobras na extração de petróleo e gás. Mas também se deve ao fato da produção de petróleo ter aumentado muito, mais que todos os setores da indústria, entre 1990 e 2009. Entretanto, há potencial para aumentos adicionais de coordenação, principalmente com siderurgia, construção civil e transportes.

No setor *indústria da borracha*, os fornecedores selecionados foram: agropecuária (01), petróleo e gás (03), siderurgia (05), outros metalúrgicos (07), indústria da borracha (16), elementos químicos (17), refino de petróleo (18), químicos diversos (19), indústria têxtil (22), Siup (33), transportes (36) e serviços prestados à empresa (40). Os fornecedores significativos foram *refino de petróleo* (que inclui as duas primeiras gerações da petroquímica) e *indústria da borracha*. Todos os dois apresentaram α_{ij} muito elástico, levando a uma taxa de PTFE alta: 18,11% a.a. Podemos considerar que a cadeia está bem coordenada (a petroquímica, em geral, tem etapas muito bem ajustadas entre si). Entretanto, há espaços para aprimoramento, principalmente nas relações intersetoriais com agropecuária, químicos diversos e transportes.

No setor *refino de petróleo*, os fornecedores selecionados foram: agropecuária (01), petróleo e gás (03), outros metalúrgicos (07), elementos químicos (17), refino de petróleo (18), químicos diversos (19), Siup (33), transportes (36) e serviços prestados à empresa (40). Os fornecedores selecionados foram *refino de petróleo* e *petróleo e gás*. A cadeia parece-nos bem coordenada com *petróleo e gás* (α_{ij} elástico), mas pouco dentro de sua “cadeia recursiva” (α_{ij} inelástico de *refino de petróleo*). Provavelmente, tal carência de coordenação se deve à relação do refino propriamente dito com a cadeia petroquímica. De qualquer maneira, a taxa de PTFE resultante é alta (8,31% a.a.). Acreditamos que há bons espaços para aumento de coordenação intersetorial principalmente com elementos químicos, transportes, e Siup.

No setor *químicos diversos*, os fornecedores selecionados foram: agropecuária (01), extrativa mineral (02), petróleo e gás (03), outros metalúrgicos (07), celulose papel e gráfica (15), elementos químicos (17), refino de petróleo (18), químicos diversos (19),

artigos plásticos (21), Siup (33), transportes (36) e serviços prestados à empresa (40). O único fornecedor significativo foi *refino de petróleo*, com α_{ij} negativo, que indica ser este último fornecedor ofertante principal de outro setor, ou seja, prepondera a atividade de ofertante de combustíveis à demanda final, e não a função petroquímica em si. De qualquer maneira, trata-se de um setor onde há clara necessidade de aumento de coordenação intersetorial, principalmente com a petroquímica em si (do contrário, o α_{ij} não teria sido negativo), e principalmente com elementos químicos, celulose papel e gráfica, e agropecuária.

No setor *farmacêutica e veterinária*, os fornecedores selecionados foram: agropecuária (01), celulose, papel e gráfica (15), elementos químicos (17), refino de petróleo (18), químicos diversos (19), farmacêutica e veterinária (20), artigos plásticos (21), abate de animais (27), Siup (33), transportes (36) e serviços privados à empresa (40). O único fornecedor significativo foi o próprio *farmacêutica e veterinária*, com α_{ij} inelástico, o que indica haver problemas de coordenação interna na “cadeia recursiva” do setor. Esse é um setor, portanto, com problemas de coordenação internos e que, além disso, deveria aumentar a coordenação com os seguintes fornecedores principalmente: agropecuária; celulose, papel e gráfica; elementos químicos, químicos diversos e abate de animais.

No setor de *artigos plásticos*, os fornecedores selecionados foram: petróleo e gás (03), celulose, papel e gráfica (15), elementos químicos (17), refino de petróleo (18), químicos diversos (19), artigos plásticos (21), Siup (33), transportes (36) e serviços prestados à empresa (40). O único fornecedor significativo foi o próprio *artigos plásticos*, com α_{ij} negativo, que indica problemas de coordenação interna à “cadeia recursiva” do setor, mas também que sua função de fornecer de bens finais plásticos não é a preponderante, ou seja, o preponderante é o fornecimento de insumos a outros setores, sendo o sinal negativo gerado devido a um efeito de substituição. A melhoria desse quadro passaria por uma melhor coordenação interna de sua “cadeia recursiva”, e também por melhoria da coordenação com a petroquímica (primeira e segunda gerações), e com os demais setores.

O complexo químico apresenta uma situação dual: as cadeias mais próximas do refino e extração do petróleo (inclusive, a primeira e a segunda gerações da petroquímica) apresentam melhores α_{ij} e mais coordenação; à medida que se avança para o fim

da cadeia petroquímica e a química fina, aparecem mais debilidades de coordenação. Portanto, o recomendável nesse complexo é se aprimorar a coordenação das cadeias mais ao final da cadeia petroquímica e na química fina.

4.4 Complexo têxtil

A seguir, apresentamos no quadro 4 os setores que compõem o complexo têxtil²¹

QUADRO 4
Complexo têxtil

Número do setor	Setor
22	Indústria têxtil
24	Fabricação de calçados
23	Artigos do vestuário

Fonte: SCN a 42 setores (Metodologia 2000)/IBGE.

Obs.: Para uma especificação setorial na CNAE a 5 dígitos de cada setor, ver Concla, disponível em: <www.ibge.gov.br>.

Na tabela 4, apresentamos os resultados do complexo têxtil.

TABELA 4
Complexo têxtil – cálculo PTFE (1990-2009)

Número do setor ¹	Setor ¹	Número do fornecedor ¹	Fornecedores ¹	Elasticidade	PTF ²	PTFE ²
22	Indústria têxtil	18	Refino do petróleo	-0,71	-2,60	1,84
24	Fabricação de calçados	24	Fabricação de calçados	5,57	0,67	3,71
24	Fabricação de calçados	27	Abate de animais	2,31	-1,29	-2,98
PTFE Total do Setor 24 = 0,73						
23	Artigos do vestuário	23	Artigos do vestuário	3,73	-0,23	-0,87

Fonte: TRUs das CNABs de 1990 a 2009.

Notas: ¹ Setores e respectivos números das CNABs a 42 setores.

² Taxa média da progressão aritmética da variável entre 1990 e 2009, porcentagem a.a.

Na *indústria têxtil*, os fornecedores selecionados foram: agropecuária (01), refino de petróleo (18), indústria têxtil (22), Siup (33), transportes (36) e serviços prestados à empresa (40). O único fornecedor significativo foi *refino de petróleo*, entretanto com um α_{ij} negativo. Mesmo assim a taxa de PTFE (1,84% a.a.) não é baixa, nem

21. Ver Haguenaer *et al.* (2001).

menor que a taxa de PTF. O sinal negativo de α_{ij} indica que a atividade de refino de petróleo e a petroquímica fornecem insumos preferencialmente a combustíveis e a determinados setores da terceira geração, ou seja, mais que a fibras sintéticas para a *indústria têxtil* – ocorrendo aí um fenômeno de substituição. Mas chama atenção a ausência de significância da “cadeia recursiva” da cadeia têxtil em si, o que nos leva a concluir que ela carece de coordenação interna. Também se carece de coordenação com *transportes e agropecuária*, principalmente.

No setor *fabricação de calçados*, selecionamos os seguintes fornecedores: agropecuária (01), celulose, papel e gráfica (15), refino de petróleo (18), químicos diversos (19), artigos plásticos (21), indústria têxtil (22), fabricação de calçados (24), abate de animais (27), Siup (33), transportes (36) e serviços prestados à empresa (40). Os únicos fornecedores significativos são *fabricação de calçados e abate de animais*. O primeiro se refere a sua “cadeia recursiva”, estando com α_{ij} elástico, o que indica boa coordenação interna. O segundo fornecedor se refere ao fornecimento de couro, uma vez que a indústria de calçados brasileira é preponderantemente de sapatos de couro – estando com α_{ij} elástico também, o que novamente indica boa coordenação. Há espaço para coordenação adicional principalmente com artigos plásticos, indústria têxtil e químicos diversos.

O setor *artigos do vestuário* teve os seguintes fornecedores selecionados: agropecuária (01), celulose, papel e gráfica (15), refino de petróleo (18), indústria têxtil (22), artigos de vestuário (23), Siup (33) e serviços prestados à empresa (40). O único fornecedor significativo foi *artigos do vestuário*, e α_{ij} elástico, o que indica boa coordenação interna de sua “cadeia recursiva”. Entretanto, há falta de coordenação com principalmente indústria têxtil, serviços prestados à empresa, e celulose, papel e gráfica.

O complexo têxtil como um todo apresenta taxas de PTFE positivas em seus setores, e boa coordenação com os fornecedores significativos. Um único setor que apresentou taxa de PTFE negativa: *artigos de vestuário* – e isso não se deve a problemas de coordenação, mas a questões produtivas internas ao setor – entretanto, mesmo assim poderia ter tido taxa de PTFE positiva se tivesse coordenação significativa com outros fornecedores de sua cadeia.

4.5 Complexo construção civil

A seguir, apresentamos no quadro 5 os setores que compõem o complexo construção civil.²²

QUADRO 5
Complexo construção civil

Número do setor	Setor
34	Construção civil
14	Madeira e mobiliário
02	Extrativa mineral
04	Mineral não metálico

Fonte: SCN a 42 setores (Metodologia 2000)/IBGE.

Obs.: Para uma especificação setorial na CNAE a 5 dígitos de cada setor, ver Concla, disponível em: <www.ibge.gov.br>.

Na tabela 5, apresentamos os resultados do complexo construção civil.

TABELA 5
Complexo construção civil – cálculo PTFE (1990-2009)

Número do setor ¹	Setor ¹	Número do fornecedor ¹	Fornecedores ¹	Elasticidade	PTF ²	PTFE ²
34	Construção civil	05	Siderurgia	-0,90	3,11	-2,80
14	Madeira e mobiliário	14	Madeira e mobiliário	0,22	3,43	0,74
02	Extrativa mineral	02	Extrativa mineral	1,35	6,47	8,72
04	Mineral não metálico	04	Mineral não metálico	2,86	0,84	2,41

Fonte: TRUs das CNABs de 1990 a 2009.

Notas: ¹ Setores e respectivos números das CNABs a 42 setores.

² Taxa média da progressão aritmética da variável entre 1990 e 2009, em porcentagem a.a.

No setor *construção civil*, os fornecedores selecionados foram: extrativa mineral (02), mineral não metálico (04), siderurgia (05), outros metalúrgicos (07), madeira e mobiliário (14), refino de petróleo (18), químicos diversos (19), artigos plásticos (21), Siup (33), construção civil (34), transportes (36) e serviços prestados à empresa (40). O único fornecedor significativo foi *siderurgia*, entretanto com α_{ij} inelástico e negativo. Isso indica uma carência de coordenação com tal fornecedor, sua importância como fornecedor de aços trefilados (principalmente), mas também que o mesmo fornecedor tem como fornecimento majoritário e destino para outros setores, além da construção civil. Todo esse contexto faz com que a taxa de PTFE da *construção civil* seja negativa,

22. Ver Haguenaer *et al.* (2001).

embora sua taxa de PTF seja positiva e alta (1,25% a.a.). Há no setor espaço significativo de aumento de coordenação intersetorial, especialmente com extrativa mineral, mineral não metálico, madeira e mobiliário, artigos plásticos, e transportes.

O setor de *madeira e mobiliário* tem como fornecedores selecionados os seguintes: agropecuária (01), mineral não metálico (04), siderurgia (05), outros metalúrgicos (07), madeira e mobiliário (14), celulose, papel e gráfica (15), refino de petróleo (18), químicos diversos (19), artigos plásticos (21), indústria têxtil (22), Siup (33), transportes (36) e serviços prestados à empresa (40). O único fornecedor significativo foi *madeira e mobiliário*, com α_{ij} inelástico, mas positivo. Nota-se, portanto, uma carência de coordenação interna na “cadeia recursiva” do setor. O setor poderia ainda aumentar sua taxa de PTFE através, além do aumento de coordenação interna em sua “cadeia recursiva”, do aumento de coordenação intersetorial com principalmente agropecuária, artigos plásticos, e outros metalúrgicos.

O setor *extrativa mineral* tem como principais fornecedores os seguintes: extrativa mineral (02), outros metalúrgicos (07), máquinas e equipamentos (08), celulose, papel e gráfica (15), refino de petróleo (18), Siup (33), transportes (36) e serviços prestados à empresa (40). O único fornecedor significativo foi *extrativa mineral*, com α_{ij} elástico e positivo, o que indica boa coordenação interna de sua “cadeia recursiva”. Assim, sua taxa de PTFE é mais alta que a de PTF. Há espaço para aumento de coordenação intersetorial com outros metalúrgicos, refino de petróleo, e transportes.

No setor *mineral não metálico*, foram selecionados como fornecedores os seguintes: extrativa mineral (02), mineral não metálico (04), siderurgia (05), metalurgia dos não ferrosos (06), máquinas e equipamentos (08), celulose, papel e gráfica (15), elementos químicos (17), refino de petróleo (18), Siup (33), transportes (36) e serviços prestados à empresa (40). O único fornecedor significativo foi *mineral não metálico*, com α_{ij} positivo e muito elástico, o que indica alta coordenação da “cadeia recursiva” do setor. Há espaço para aumento das relações intersetoriais com principalmente metalurgia dos não ferrosos, Siup, e transportes.

O complexo da construção civil revela, em três dos quatro setores, boa coordenação (apesar das potencialidades de aprimoramento). O setor de *construção civil*, contudo, revela carência de coordenação de sua “cadeia recursiva” e com outros fornecedores,

mas acreditamos que isso se deve ao fato de que, no Brasil, sua demanda final seja muito dependente de decisões discricionárias (decisões sobre execução de obras de infraestrutura, ou sobre financiamento a imóveis residenciais, entre outras) que fazem aquela demanda final sofrer perda de correlação (e de coordenação) com o esforço de aumento de produtividade do setor.

4.6 Variação agregada de eficiência técnica

Na tabela 6, apresentamos o resultado do cálculo da equação (9), para os complexos industriais agregados.

Notamos claramente que há uma tendência de melhoria anual da variação de eficiência técnica.²³ Esta se inicia em 1990 com valor fortemente negativo, vai melhorando seu desempenho ano a ano, chegando a uma variação nula em 2001, para daí em frente apresentar valores positivos, que atingem seu máximo em 2006.

TABELA 6

Variação agregada anual de eficiência técnica – complexos industriais brasileiros (1990-2009)
(Em %)

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
-3,24	-2,90	-3,01	-2,75	-0,86	-0,59	-0,87	-0,75	-0,67	-0,38
2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
-0,23	0,00	0,01	0,07	0,02	0,17	0,65	0,27	0,38	0,13

Fonte: TRUs das CNABs de 1990 a 2009.

Podemos dizer que a indústria brasileira evoluiu, desde 1990 até 2009, com melhorias paulatinas de aprimoramento de eficiência técnica. O desafio atual nos parece ser a continuidade e o sentido desse desempenho de longo prazo observado.

4.7 Comparações com outros resultados

Uma primeira comparação possível entre os nossos resultados e os de outros autores pode ser feita com o trabalho de Bonelli (2014). Neste último trabalho, calculando a taxa de variação anual de PTF da economia brasileira, o autor chega a dois resultados:

23. Para uma definição metodológica de eficiência técnica, ver Farrell (1957).

para o período 1993-2002, tal taxa seria de 0,6% a.a.; para o período 2003-2013, ela seria de 1,3% a.a. Nota-se que a taxa de PTF dobra do primeiro para o segundo período, algo que ocorre também em Bahia (2016), pois as taxas médias anuais seriam as seguintes: para o período 1990-2009, 1,76% a.a.; para o período 1995-2009, 3,00% a.a. Ou seja, nos dois trabalhos concorda-se com o aumento da PTF da década de 1990 para a de 2000. A discrepância entre os valores absolutos de taxas de PTF entre Bonelli (2014) e Bahia (2016) se deve ao fato de no primeiro trabalho se tratar da PTF de toda economia, enquanto no segundo se trata apenas dos setores industriais e agropecuária.

Em relação à PTFE, nota-se que ela é em geral maior que a PTF de cada setor – salvo poucas exceções. Assim, uma conclusão evidente é de que a coordenação intersetorial pode aumentar expressivamente a produtividade da economia brasileira. Entretanto, notamos que os resultados de variação anual de eficiência técnica calculadas nesse trabalho coincidem com os de Bahia (2015a), apesar de nesse último caso os valores terem sido calculados por setor. Mas olhando para esses valores, na média eles indicam um aumento médio de 0,5% a.a. de eficiência técnica (ET) das cadeias industriais durante 1990-2009, o que é um valor bem perto do que encontramos nesse trabalho, apesar de com metodologias diferentes.

Outra comparação importante de ser feita é da ET aqui calculada e as de Esteves (2015). Apesar de seu trabalho não ter sido feito para comparações intertemporais, mas do período 2005-2011 como um todo, o autor encontra uma ET média de 0,41, com desvio-padrão (DP) de 0,15. A dispersão sugere uma distribuição normal, mas a dispersão é alta entre setores (cerca de 30% da média para um DP), algo semelhante ao encontrado em Bahia (2015a). Outra semelhança entre o trabalho de Esteves (2015) e este estudo é a seguinte: Esteves indica que fatores institucionais podem melhorar sobremaneira a ET e diminuir sua dispersão, conclusão idêntica a deste trabalho. O autor escreve:

Os resultados apresentados no presente artigo sugerem que ganhos de produtividade poderiam ocorrer não somente por meio de realocação de recursos já utilizados (...) mas também por meio de medidas que reduzissem a dispersão dos índices de eficiência técnica, que, como já mencionamos, estão mais comumente relacionados a fatores como progresso técnico e *fatores institucionais*. Contudo, não estamos falando de fatores institucionais no âmbito macroeconômico, que a princípio afetariam todas as unidades produtivas de forma supostamente simétrica, mas de fatores institucionais em nível da firma e em nível local (Esteves, 2015, p. 79-80, grifos nossos).

Entre os fatores institucionais explicitados por Esteves (2015), estão *benchmarking* de melhores práticas corporativas e de administrações públicas locais. Nosso trabalho apresenta significativa concordância com as conclusões de Esteves (2015), mas enfatiza a necessidade de melhoria das práticas e legalidade contratuais intersetoriais das empresas industriais brasileiras, como detalharemos nas conclusões.

5 CONCLUSÃO

Na seção 2 deste trabalho, procuramos mostrar os fundamentos de análise aqui feita. Primeiro, Coase (1937) mostra como é necessário pensar o setor ou a firma da economia dentro de um sistema de interdependências, onde cumpre um papel fundamental o custo de informações trocadas entre entes econômicos – não apenas preços e conhecimento da fronteira tecnológica. Segundo, Lentz e Mortensen (2005) mostram que a produtividade e qualidade na produção de insumos intermediários são importantes para a firma crescer e satisfazer ao máximo que conseguir a demanda final que enfrenta no mercado. Além disso, Shapiro (1986) assinala como há custos no ajuste do grau de utilização de capacidade do capital fixo de cada firma; assim, falhas de coordenação entre fornecedor e cliente, que levem a alterações indesejadas e frequentes de grau de utilização de capital fixo e emprego, levariam a perdas de eficiência econômica (portanto, de PTFE). Quarto, Comin e Mulani (2005) nos indicam que contratos considerando a evolução da produtividade nas relações intersetoriais evitariam ineficiências produtivas, expressas no acúmulo de estoques indesejados e/ou manutenção de capacidade ociosa. Kumar, Rajan e Zingales (1999) mostram como um sistema legal eficiente facilita a habilidade gerencial para usar os ativos críticos da firma; por isso, um sistema legal eficiente reduz custos de coordenação e favorece o crescimento das empresas. Sexto, Baker, Gibbons e Murphy (1997) explicitam como nos contratos implícitos, além dos meramente legais e formalizados, se ambas as partes honram seu relacionamento acordado (formal e implicitamente), as transações entre as partes ocorrem com o *payoff* mais eficiente, que é o mais alto para fornecedor e cliente simultaneamente, num equilíbrio de Nash. Mais à frente, Tirole (1988) e Coase (1960) mostram que a simetria de informação entre as partes contratantes permite a contabilidade de retornos dos investimentos de maneira eficiente; mais que isso, na linha de Baker, Gibbons e Murphy (1997), Tirole (1988) considera os contratos incompletos, em que há partes tácitas e que, mesmo assim, a melhor e mais eficiente situação para a firma (uma instituição de longo prazo – ou que assim pretende ser) é estabelecer relacionamentos de longo prazo,

ou seja, não estar sistematicamente acessando o mercado de curtíssimo prazo (como já considera Baker, Gibbons e Murphy 1997); portanto, seria eficiente formar uma malha sistêmica e de longo prazo de contratos entre fornecedor e cliente bem coordenada.

Sintetizando: a coordenação intersetorial bem feita eleva a produtividade sistêmica da cadeia produtiva em que se insere a firma ou o setor produtivo. Em outras palavras, a coordenação eficiente eleva a PTFE da cadeia produtiva.

Nos complexos industriais brasileiros, nossos resultados mostram em geral exemplos predominantes de boa coordenação. Entretanto, tal coordenação não se estende a todas as etapas da cadeia produtiva na maioria dos casos. Assim, nossa conclusão principal é de que há um espaço expressivo para as empresas aprimorarem sua coordenação com as outras empresas, com as quais se relacionam comercialmente. Esse esforço é legal e institucional por natureza, sendo seu custo apenas de negociação, uma vez se tendo o aparato legal mais adequado.

Além disso, mostramos que, desde 1990 até 2009, a eficiência técnica agregada da indústria brasileira aumentou, saindo de uma variação anual negativa e indo para outra sistematicamente positiva. Entretanto, tal resultado, no fim do período, apesar de excelente, apresenta valores puros tímidos, passíveis de aprimoramento e aprofundamento da tendência de crescimento, para se atingir outros mais elevados de produtividade total e por habitante, e viabilizar metas mais ousadas de aumento de renda *per capita* no país. Sob esse aspecto, o esforço de coordenação empresa-empresa e/ou setor-setor pode cumprir um papel importante, a custos expressivamente modestos, como mostramos ao longo deste trabalho.

A seguir indicamos algumas iniciativas preliminares de políticas públicas para se aprimorar a PTFE da indústria brasileira.

- 1) Marcos regulatórios que simplifiquem e facilitem a clareza e precisão no estabelecimento legal de contratos entre fornecedores e clientes, além de viabilizarem de fato garantias ao cumprimento desses contratos.
- 2) Criação de ambiente econômico (disciplina fiscal e estabilidade de preços) que induzam ao aumento da extensão temporal de vigência dos contratos entre fornecedores e clientes.

- 3) Atuação governamental junto a entidades empresariais, procurando aumentar a profundidade, extensão e mais longa temporalidade dos contratos entre fornecedores e clientes ao longo das cadeias produtivas principais.
- 4) Modernização e ampliação de infraestrutura de relacionamento entre fornecedores e clientes, como telecomunicações e transportes prioritariamente.
- 5) Redução e/ou simplificação de requisitos legais para efetivação de contratos entre fornecedores e clientes, assim como ampliação de garantias legais a seu cumprimento, além de viabilidade institucionalizada a eventuais acordos de cancelamento dos contratos.
- 6) Apoio governamental, junto a associações empresariais, para aprimoramento tecnológico e produtivo de empresas, visando horizontes de continuidade no longo prazo. Nesse último caso caberiam iniciativas como:
 - formação de capital fixo;
 - treinamento de funcionários;
 - apoio aprofundado e específico a iniciativas de exportação; e
 - aprimoramento de normatização produtiva.

Para terminar, enfatizamos que as políticas públicas de (1) a (6) são todas de médio a baixo gasto orçamentário para o governo federal, constituindo-se na maioria de custos de transação e/ou negociação institucionais públicos e privados.

REFERÊNCIAS

- ADLER, M.; DUMAS, B. The microeconomics of the firm in an open economy. **The American Economic Review**, v. 67, n. 1, p. 180-189, Feb. 1977.
- AGHION, P.; HEMOUS, D.; KHARROUBI, E.; **Credit constraints, cyclical fiscal policy and industry growth**. Cambridge: NBER, 2009. (Working Paper, n. 15119).
- AGHION, P.; HOWITT, P. A model of growth through creative destruction. **Econometrica**, v. 60, p. 323-351, Mar. 1992.
- ALESSANDRIA, G. *et al.* **Microeconomic Uncertainty, International Trade, and Aggregate Fluctuations**. Cambridge: NBER, 2014. (Working paper, n. 20616).
- ARKOLAKIS, C. **A unified theory of firm selection and growth**. Cambridge: NBER, 2011. (Working Paper, n. 17553).

BAHIA, L. D. **O efeito na evolução da produtividade do trabalho da indústria brasileira devido a mudanças tecnológicas nas suas cadeias produtivas (1990-2009)**. Brasília: Ipea, 2015a. (Texto para Discussão, n. 2068).

_____. **Determinantes de evolução da produtividade do trabalho no Brasil: 1990-2009**. Brasília: Ipea, 2015b. (Texto para Discussão, n. 2136).

_____. **Evolução da produtividade total dos fatores da indústria brasileira considerando a obsolescência do capital instalado (1990-2009)**. Brasília: Ipea, 2016. (Texto para Discussão, n. 2193).

BAIN, J. S. **Barriers to New Competition**. Cambridge: Harvard University Press, 1956.

BAKER, G.; GIBBONS, R.; MURPHY, K. J. **Implicit contracts and the theory of the firm**. Cambridge: NBER, 1997. (Working Paper, n. 6177).

BAUMOL, W. J.; PANZAR, J. C.; WILLIG, R. D. **Contestable markets and the theory of industry structure**. New York: Harcourt Brace Jovanovich Inc., 1988.

BAUMOL, W. J.; WOLFF, E. N. On interindustry differences in absolute productivity. **Journal of Political Economy**, v. 92, n. 6, 1984.

BONELLI, R. Produtividade e armadilha do lento crescimento. *In*: DE NEGRI, F.; CAVALCANTE, L. R. **Produtividade no Brasil: desempenho e determinantes**. Brasília: Ipea, 2014. v. 1.

COASE, R. H. The Nature of the Firm. **Economica**, v. 16, n. 4, p. 386-405, Nov. 1937.

_____. The problem of social cost. **Journal of Law and Economics**, v. 3, p. 1-44, Oct. 1960.

COMIN, D.; MULANI, S. **A theory of growth and volatility at the aggregate and firm level**. Cambridge: NBER, 2005. (Working Paper, n. 11503).

CYERT, R. M.; HEDRICK, C. L. Theory of the firm: past, present, and future; an interpretation. **Journal of Economic Literature**, v. 10, n. 2, p. 398-412, June 1972.

DAVIES, J. H. The industry and the representative firm. **The Economic Journal**, v. 65, n. 260, p. 710-712, Dec. 1955.

DEMSETZ, H. The firm in economic theory: a quiet revolution. **The American Economic Review**, v. 87, n. 2, p. 426-429, May 1997.

ENDERS, W. **Applied econometric time series**. New York: John Wiley & Sons Inc., 1995.

ESTEVEZ, L. A. Economias de escala, economias de escopo e eficiência produtiva na indústria brasileira de transformação. *In*: DE NEGRI, F.; CAVALCANTE, L. R. **Produtividade no Brasil: desempenho e determinantes**. Brasília: Ipea, 2015. v. 2.

FARREL, M. J. The measurement of productive efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society**, v. 120, n. 3, p. 253-290, 1957.

GIGANTES, T. The representation of technology in input-output systems. *In*: KURZ, H. D.; DIETZENBACHER, E.; LAGER, C. (Eds.). **Input-output Analysis**. Northampton: Elgar, 1998. v. 3.

GREENWALD, B. C.; STIGLITZ, J. E. **Asymmetric information and the new theory of the firm**: financial constraints and risk behavior. Cambridge: NBER, 1990. (Working Paper, n. 3359).

GROSSMAN, G. M.; HELPMAN, E. Quality ladders in the theory of growth. **Review of Economic Studies**, v. 58, p. 43-61, Jan. 1991.

GUJARATI, D. N. **Basic Econometrics**. New York: McGraw-Hill, 1995.

GUILHOTO, J. J. M.; SESSO FILHO, U. A. Estimação da matriz insumo-produto a partir de dados preliminares das contas nacionais. **Economia Aplicada**, v. 9, n. 1, abr./jun. 2005.

HAGUE, D. C. Alfred Marshall and the Competitive Firm. **The Economic Journal**, v. 68, n. 272, p. 673-690, Dec. 1958.

HAGUENAUER, L. *et al.* **Evolução das cadeias produtivas brasileiras na década de 90**. Brasília: Ipea, 2001. (Texto para Discussão, n. 786).

HART, O.; HOLMSTROM, B. **A theory of firm scope**. Cambridge: NBER, 2008. (Working Paper, n. 14613).

HEINER, R. A. Theory of the firm in “short-run” industry equilibrium. **The American Economic Review**, v. 72, n. 3, p. 555-562, June 1982.

HERRENDORF, B.; ROGERSON, R.; VALENTINYI, Á. **Growth and Structural Transformation**. Cambridge: NBER, 2013. (Working Paper, n. 18996).

HICKS, J. R. **The theory of wages**. London: Macmillan, 1932.

HOLLAND, D. W.; MARTIN, R. P. Output Change in U. S. Agriculture: an input-output analysis. **Journal of Agricultural and Applied Economics**, v. 25, n. 2, Dec. 1993.

HULTEN, C. R. Growth accounting with intermediate inputs. **The Review of Economic Studies**, v. 45, n. 3, p. 511-518, 1978.

IJIRI, Y.; SIMON, P. Business firm growth and size. **The American Economic Review**, v. 54, n. 2, p. 77-89, mar. 1964.

JOHNSTON, J. **Econometric methods**. London: McGraw-Hill, 1987.

KANNEBLEY JR., S.; VALERI, J. O. Persistência e permanência na atividade exportadora. *In*: DE NEGRI, J.; ARAÚJO, B. C. P. O. **As empresas brasileiras e o comércio internacional**. Brasília: Ipea, 2006.

KERSTENETZKY, J. Organização empresarial em Alfred Marshall. *Estudos Econômicos*, v. 34, n. 2, p. 369-392, abr/jun. 2004.

KLETTE, T. J.; GRILICHES, Z. **Empirical patterns of firm growth and R&D investment: a quality ladder model interpretation**. Cambridge: NBER, 1997. (Working Paper, n. 5945).

KNIGHT, F. H. **Risk, Uncertainty and Profit**. New York: Augustus M. Kelley, 1964.

KUENG, L.; YANG, M.; HONG, B. **Sources of Firm Life-Cycle Dynamics: Differentiating Size vs. Age Effects**. Cambridge: NBER, 2014. (Working Paper, n. 20621).

KUMAR, K. B.; RAJAN, R. G.; ZINGALES, L. **What determines firm size?** Cambridge: NBER, 1999. (Working Paper, n. 7208).

LELAND, H. E. Theory of the firm facing uncertain demand. **The American Economic Review**, v. 62, n. 3, p. 278-291, June 1972.

LENTZ, R.; MORTENSEN, D. T. **An empirical model of growth through product innovation**. Cambridge: NBER, 2005. (Working Paper n. 11546).

LOASBY, B. J. Hypothesis and paradigm in the theory of the firm. **The Economic Journal**, v. 81, n. 324, p. 863-885, Dec. 1971.

LUTTMER, E. G. J. On the mechanics of firm growth. **Review of Economic Studies**, v. 78, p. 1042-1068, 2011.

MACHLUP, F. Theories of the firm: Marginalist, Behavioral, Managerial. **The American Economic Review**, v. 57, n. 1, p. 1-33, Mar. 1967.

MAXWELL, J. A. Some marshallien concepts, especially the representative firm. **The Economic Journal**, v. 68, n. 272, p. 691-698, Dec. 1958.

MARSHALL, A. **Principles of economics**. London: McMillan, 1920.

_____. **Princípios de economia**: tratado introdutório. São Paulo: Abril Cultural, 1983. v. 1 e 2.

MILLER, R. E.; BLAIR, P. D. **Input-Output analysis: foundations and extensions**. Cambridge: CUP, 2009.

NADIRI, M. I.; PRUCHA, I. R. **Dynamic factor demand models and productivity analysis**. Cambridge: NBER, 1999. (Working Paper, n. 7079).

OSBORNE, M. J.; RUBINSTEIN, A. **A course in game theory**. Cambridge: MIT Press, 1999.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Econometric models and economic forecasts**. London: McGraw-Hill, 1981.

PRUCHA, I. R.; NADIRI, M. I. **Endogenous capital utilization and productivity measurement in dynamic factor demand models: theory and a application to the U. S. electrical machinery industry**. Cambridge: NBER, 1991. (Working Paper, n. 3680).

RAMOS, R. L. O. **Metodologias para cálculo de coeficientes técnicos diretos em um modelo de insumo-produto**. Rio de Janeiro: IBGE, 1996. (Texto para Discussão, n. 83).

RAJAN, R. G.; ZINGALES, L. **The Firm as a Dedicated Hierarchy: a teory of the origin and growth of firms**. Cambridge: NBER, 2000. (Working Paper, n. 7546).

_____. **The influence of the financial revolution on the nature of firms**. Cambridge: NBER, 2001. (Working Paper, n. 8177).

ROBBINS, L. The representative firm. **The Economic Journal**, v. 38, n. 151, p. 387-404, Sept. 1928.

ROBERTSON, D. H.; SRAFFA, P.; SHOVE, G. F. Increasing returns and the representative firm. **The Economic Journal**, v. 40, n. 157, p. 79-116, Mar. 1930.

ROMER, P. M. Endogenous technological change. **Journal of Political Economy**, v. 98, n. 5, p. 71-102, 1990.

SAMUELSON, P. A. **Fundamentos de análise econômica**. São Paulo: Abril Cultural, 1983.

SHAPIRO, M. D. **Capital utilization and capital accumulation: theory and evidence**. Cambridge: NBER, 1986. (Working Paper, n. 1900).

SIMON, H. A. On a class of skew distribution functions. **Biometrika**, v. 42, n. 3-4, p. 425-440, Dec. 1955.

SIMON, H. A.; BONINI, C. The size distribution of business firms. **The American Economic Review**, v. 48, n. 4, p. 607-617, Sept. 1958.

SMITH, A. **The wealth of nations**. New York: Batam Classic Edition, 2003.

SRAFFA, P. The laws of returns under competitive conditions. **The Economic Journal**, v. 36, dec. 1926.

TIROLE, J. **The theory of industrial organization**. Cambridge: MIT Press, 1988.

WOLFE, J. N. The representative firm. **The Economic Journal**, v. 64, n. 254, p. 337-349, June 1954.

YOUNG, A. Growth without scale effects. **Journal of Political Economy**, v. 106, n. 1, p. 41-63, Feb. 1998.

ZACK, P. J.; KNACK, S. Trust and Growth. **The Economic Journal**, v. 111, n. 470, p. 295-321, Apr. 2001.

Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

Assessoria de Imprensa e Comunicação

EDITORIAL

Coordenação

Cláudio Passos de Oliveira

Supervisão

Everson da Silva Moura

Leonardo Moreira Vallejo

Revisão

Clícia Silveira Rodrigues

Idalina Barbara de Castro

Marcelo Araujo de Sales Aguiar

Olavo Mesquita de Carvalho

Regina Marta de Aguiar

Reginaldo da Silva Domingos

Ana Clara Escórcio Xavier (estagiária)

Hislla Suellen Moreira Ramalho (estagiária)

Lilian de Lima Gonçalves (estagiária)

Lynda Luanne Almeida Duarte (estagiária)

Luiz Gustavo Campos de Araújo Souza (estagiário)

Paulo Ubiratan Araujo Sobrinho (estagiário)

Editoração

Bernar José Vieira

Cristiano Ferreira de Araújo

Danilo Leite de Macedo Tavares

Herllyson da Silva Souza

Jeovah Herculano Szervinsk Junior

Leonardo Hideki Higa

Capa

Danielle de Oliveira Ayres

Flaviane Dias de Sant'ana

Projeto Gráfico

Renato Rodrigues Bueno

*The manuscripts in languages other than Portuguese
published herein have not been proofread.*

Livraria Ipea

SBS – Quadra 1 – Bloco J – Ed. BNDES, Térreo

70076-900 – Brasília – DF

Tel.: (61) 2026-5336

Correio eletrônico: livraria@ipea.gov.br

Missão do Ipea

Aprimorar as políticas públicas essenciais ao desenvolvimento brasileiro por meio da produção e disseminação de conhecimentos e da assessoria ao Estado nas suas decisões estratégicas.

ipea Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

MINISTÉRIO DO
**PLANEJAMENTO,
DESENVOLVIMENTO E GESTÃO**



ISSN 1415-4765

