

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
**FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE DE**  
**RIBEIRÃO PRETO**  
**DEPARTAMENTO DE ECONOMIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA - ÁREA: ECONOMIA**  
**APLICADA**

**LEANDRO GARCIA MEYER**

Relação entre preço e custo marginal na indústria brasileira

**Orientador:** Prof. Dr. Cláudio Ribeiro de Lucinda

Ribeirão Preto  
Estado de São Paulo - Brasil  
Maio, 2012

Prof. Dr. João Grandino Rodas  
Reitor da Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Sigismundo Bialoskorski Neto  
Diretor da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto

Prof. Dr. Walter Belluzzo Júnior  
Chefe do Departamento de Economia

**LEANDRO GARCIA MEYER**

Relação entre preço e custo marginal na indústria brasileira

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia - Área: Economia Aplicada da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ciências.

**ORIENTADOR:** Prof. Dr. Cláudio Ribeiro de Lucinda

Versão Corrigida. A original encontra-se disponível na FEA-RP/USP.

Ribeirão Preto

Estado de São Paulo - Brasil

Maio, 2012

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

### FICHA CATALOGRÁFICA

Meyer, Leandro Garcia.

Relação entre preço e custo marginal na indústria brasileira. Ribeirão Preto, 2012.

91 p. : il. ; 30cm

Dissertação de mestrado apresentada à Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.

Orientador: Lucinda, Cláudio Ribeiro de.

1. *Mark up* 2. Função de produção 3. Setor Industrial

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Leandro Garcia Meyer

Relação entre preço e custo marginal na indústria brasileira.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia - Área: Economia Aplicada da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Aprovada em: \_\_\_\_\_

### BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

“Dedico esta dissertação de mestrado à memória de meu avô, Arnaldo Meyer, cujos momentos compartilhados serão lembrados com grande amor por toda minha vida.”

## AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais Alfredo Ricardo Meyer e Solange Egídio Garcia Meyer pelo apoio incondicional em todos os momentos de minha vida e, principalmente, pela amizade que temos. Ao meu irmão Vinícius Garcia Meyer. Suas experiências sempre serão grande fonte de inspiração e motivação para mim. À minha namorada Isadora Bonfante Rosalem por participar intensamente dos momentos felizes, que foram fundamentais para me motivar em mais uma etapa importante da minha vida, e também pelos auxílios na elaboração deste trabalho.

Aos professores do departamento de Economia da FEA-RP, especilamente ao Prof. Dr. Cláudio Ribeiro de Lucinda. Sua orientação foi fundamental para que este período de estudos fosse tão proveitoso. Aos demais professores do programa de pós-graduação em economia que contribuíram para a minha formação: Prof. Dr. Alex Luiz Ferreira, Prof. Dr. Angelo Costa Gurgel, Prof. Dr. Fábio Barbieri, Prof. Dr. Luiz Guilherme Scorzafave, Profa. Dra. Maria Aparecida Bená, Profa. Dra. Maria Dolores Montoya Diaz, Prof. Dr. Milton Barossi Filho, Profa. Dra. Roseli da Silva, Prof. Dr. Sérgio Kannebley Júnior, Prof. Dr. Sérgio Naruhiko Sakurai e ao Prof. Dr. Walter Belluzzo Júnior. Tenho certeza de que evolui muito por estar em contato com grandes economistas e, ao observar o excelente trabalho dos professores deste departamento, percebo que o caminho que tenho a percorrer é longo, mas muito recompensador. Agradeço também ao Prof. Dr. Humberto Franscisco Silva Spolador pela amizade e pelos ensinamentos que são parte muito importante dos trabalhos que fiz e que ainda farei.

Aos meus estimados amigos da República Taverna. Aos amigos Thiago Dallaverde e Rodrigo Godoy Coelho. É uma grande satisfação compartilhar a mesma profissão com amigos de tão longa data e muito talentosos. Ao Marcelo Guidotti, por quem tenho grande apreço apesar da distância. À todos os meus colegas de mestrado, em especial ao Caio Marcos Mortatti, amigo de longa data desde a graduação, e Franklin França pela convivência.

Por fim, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de mestrado.

## RESUMO

MEYER, L. G. **Relação entre preço e custo marginal na indústria brasileira**. 2011. 89f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2012.

A relação entre preço e custo marginal pode ser utilizada para evidenciar características das indústrias, com destaque para aspectos relacionados à concorrência. Uma das formas de estimar esta relação, definida como *mark up*, é a análise da relação entre insumos e produtos. Na presente pesquisa, este tipo de estudo foi realizado por meio da análise do resíduo de Solow, como em Hall (1986), e a partir da estimação da função de produção, conforme proposto por Loecker e Warzynski (2009). As características complementares dos procedimentos e o fato de haver insuficiente análise de aspectos concorrenciais das indústrias nacionais favorecem o emprego conjunto destas abordagens para o caso da indústria brasileira, sendo este o objetivo da presente pesquisa.

Foram utilizados dados da PIA-Empresa (IBGE) para as indústrias de extração e transformação entre 1996 e 2007. A análise do resíduo de Solow evidenciou que a hipótese conjunta de retornos constantes de escala e concorrência perfeita para a indústria nacional não é válida, com altas estimativas de *mark up* para os setores extrativista, alimentício, florestal e químico. Já os setores têxtil e máquinas e equipamentos apresentaram baixas estimativas. As estimativas obtidas por meio da função de produção e a análise dos retornos de escala confirmaram os altos *mark ups* dos setores florestal e químico. Para os setores extrativista e alimentício as estimativas foram consideravelmente menores, o que foi interpretado como consequência do retorno de escala dos setores, que deve ser decrescente. Não houve diferença estatisticamente significativa entre as estimativas obtidas para os setores metalurgia básica, eletro eletrônico, têxtil e máquinas e equipamentos por meio das duas metodologias, o que corrobora as evidências encontradas sobre retornos de escala, que indicaram que estes são constantes para tais setores. Para os demais setores não foi possível obter constatações relevantes sobre as estimativas alternativas e retornos de escala. Dessa forma, foram encontradas evidências de que a hipótese de concorrência perfeita não é válida, com *mark ups* maiores do que dois para quase todos setores.

**Palavras-chave:** 1. *Mark up* 2. Função de produção 3. Setor Industrial



## ABSTRACT

MEYER, L. G. **Price and marginal cost relation in brazilian industry**. 2011. 89f. Dissertation (Master degree) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2012.

The price and marginal cost relation can evidence important industry features, especially the ones that concern competition. Input and output data can be used to estimate the price and marginal cost relation, defined as mark up. In this research, this type of study was done by the Solow residual analysis, as in [Hall \(1986\)](#), and by the production function estimation, as in [Loecker e Warzynski \(2009\)](#). The returns to scale influences both methodologies, and was used to compare their results. The methodologies complementarities features and the fact that there is few analysis about competition in brazilian industry stimulates the use of the Solow residual and the production function to calculate the mark up of the brazilian industry.

The data of the extraction and transformation industries used in this research are from PIA-Empresa (IBGE) for the years between 1996 and 2007. The 104 industries were classified in eleven sectors: extractive, food, forest, textile, chemistry, non-metallic mineral, metallurgy, machines and equipment, electronics, general equipment and automotive vehicles. The Solow residual analysis rejected the competition and constants returns to scale hypothesis, and the extractive, food, forest and chemistry sectors showed high mark ups. Textile and machines and equipment had low mark ups. The mark up estimatives from the production function estimation and the returns to scale analysis confirmed the high mark ups for the forest and chemistry sectors. For the extractive and food sectors the mark ups were lower, what is probably consequence of the decreasing returns to scale that these sectors may have. There were no statistically significant difference between the mark ups estimatives obtained from both methodologies for the metallurgy, electronics, textile and machines and equipment sectors, what support the evidences of constant returns to scale that were found. The other sectors did not showed relevant conclusions about the relations between the estimatives and the returns to scale. Hence, the perfect concurrence hypothesis is not valid for the brazilian industry.

**Keywords:** 1. Mark up 2. Production Function 3. Industrial sector.

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura 1 - Média entre os anos de 1996 e 2007 do valor adicionado por firma. . . . .	43
Figura 2 - Média entre os anos de 1996 e 2007 do trabalho empregado por firma. . .	45
Figura 3 - Média entre os anos de 1996 e 2007 do capital por firma. . . . .	49
Figura 4 - Estimativas de <i>mark up</i> com diferentes instrumentos. . . . .	56
Figura 5 - Estimativas de <i>mark up</i> por meio do resíduo de Solow com duas séries de capital distintas. . . . .	81

## LISTA DE TABELAS

	<b>Página</b>
Tabela 1 - Lista dos setores definidos. . . . .	41
Tabela 2 - Média e desvio padrão dos coeficientes do capital e trabalho entre 1996 e 2007. . . . .	47
Tabela 3 - Resultados da regressão do resíduo de Solow pelos instrumentos. . . . .	51
Tabela 4 - Estimativas do <i>mark up</i> com diferentes instrumentalizações. . . . .	53
Tabela 5 - Estimativas de <i>mark up</i> por setor. . . . .	57
Tabela 6 - Estimativas de <i>mark up</i> do presente trabalho e da literatura pesquisada. . .	59
Tabela 7 - Estimativa dos parâmetros da função de produção via System GMM (t-2). . . . .	64
Tabela 8 - Coeficiente da função de produção e contribuição do trabalho e <i>mark up</i> . . .	66
Tabela 9 - Retornos de escala, coeficientes da função de produção e estimativas de <i>mark up</i> . . . . .	69
Tabela 10- Classificação CNAE três dígitos das indústrias e seus respectivos setores. . . . .	82
Tabela 10 - Classificação CNAE três dígitos das indústrias e seus respectivos setores (Continuação) . . . . .	83
Tabela 10 - Classificação CNAE três dígitos das indústrias e seus respectivos setores (Continuação) . . . . .	84
Tabela 11 - Distribuição do valor agregado por setor (em mil R\$). . . . .	84
Tabela 12 - Valor adicionado médio entre 1996 e 2007 das indústrias excluídas da exposição gráfica (em mil R\$). . . . .	84
Tabela 13- Distribuição do trabalho empregado por setor (em horas/ano). . . . .	85
Tabela 14 - Trabalho utilizado médio entre 1996 e 2007 das indústrias excluídas da exposição gráfica (em mil horas). . . . .	85
Tabela 18- Estimativas de <i>mark up</i> por indústria sem instrumento (m1) e com taxa de câmbio como instrumento (m2). . . . .	85
Tabela 18- Estimativas de <i>mark up</i> por indústria sem instrumento (m1) e com taxa de câmbio como instrumento (m2) (Continuação) . . . . .	86
Tabela 15- Distribuição do capital médio por setor entre 1996 e 2007 (em mil R\$). . . . .	87
Tabela 16 - Capital médio entre 1996 e 2007 das indústrias excluídas da exposição gráfica (em mil R\$). . . . .	87

Tabela 17- Construção do resíduo de Solow (variação percentual média das indústrias).	87
Tabela 19- <i>Mark up</i> obtido por setor por meio do resíduo de Solow. . . . .	88
Tabela 20- Estimativa dos parâmetros da função de produção via System GMM (t-3).	89

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
<b>RESUMO</b> . . . . .	<b>8</b>
<b>ABSTRACT</b> . . . . .	<b>9</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> . . . . .	<b>10</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> . . . . .	<b>11</b>
<b>1 Introdução</b> . . . . .	<b>14</b>
<b>2 Revisão de Literatura</b> . . . . .	<b>17</b>
2.1 Relação entre preço e custo marginal . . . . .	17
2.2 Resíduo de Solow e o <i>mark up</i> . . . . .	21
2.2.1 Equações do modelo . . . . .	21
2.2.2 Impacto da metodologia e seu desenvolvimento . . . . .	24
2.3 Elasticidade dos fatores de produção, <i>mark up</i> e retornos de escala . . . . .	27
2.3.1 Elasticidade dos fatores de produção . . . . .	28
2.3.2 Retornos de escala . . . . .	32
2.4 Estudos sobre o <i>mark up</i> da indústria brasileira . . . . .	33
<b>3 Metodologia</b> . . . . .	<b>37</b>
3.1 Escolha das variáveis instrumentais . . . . .	38
3.2 Definição dos setores . . . . .	39
3.3 Base de dados . . . . .	41
<b>4 Resultados</b> . . . . .	<b>50</b>
4.1 Resíduo de Solow . . . . .	50
4.1.1 Teste de hipótese . . . . .	50
4.1.2 Estimativas do <i>mark up</i> . . . . .	52
4.2 Função de produção . . . . .	62
4.2.1 Parâmetros da função de produção e <i>mark up</i> . . . . .	62
4.2.2 Retornos de escala e comparação entre as estimativas . . . . .	67

<b>5 Conclusão</b> .....	<b>74</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>77</b>
<b>ANEXO</b> .....	<b>81</b>



## 1 Introdução

A relação entre preço e custo marginal pode ser utilizada para evidenciar importantes características das indústrias, especialmente sobre aspectos concorrenciais, uma vez que a diferença entre preço e custo marginal não existe sob concorrência perfeita. Conforme há maior distanciamento desta condição em direção ao monopólio, maior tende a ser a relação entre preço e custo marginal. Dessa forma, a comparação entre as diferentes relações entre preço e custo marginal das indústrias permite avaliar se os mercados estão mais próximos da concorrência perfeita, situação na qual a teoria econômica demonstra haver maior bem-estar social, ou se estes estão mais próximos do monopólio, situação em que a existência de peso morto gera ineficiência alocativa.

O fato de o custo marginal não ser observável dificulta a obtenção de sua relação com o preço e, conseqüentemente, este tipo de análise não é trivial. A utilização do custo observado não se mostrou um caminho adequado a ser seguido, mesmo quando empregado em conjunto com coeficientes técnicos que buscam complementar este tipo de abordagem. A literatura da área de Organização Industrial evoluiu nesse sentido principalmente nos anos 1980, quando surgiram novas formas de estimar o *mark up*, que pode ser definido como a divisão do preço pelo custo marginal. Diversas metodologias de estimação surgiram em decorrência deste avanço teórico e empírico da literatura desta área.

A esse respeito, uma das formas mais relevantes de análise de concorrência perfeita e estimação do *mark up* foi proposta na série de trabalhos realizada por Robert E. Hall (Hall (1986), Hall (1988) e Hall (1989)). O autor propôs a análise do resíduo de Solow, incorporando o estudo da função de produção neste contexto. O autor encontrou evidências empíricas de que a hipótese de concorrência perfeita e retornos constantes de escala não é válida para a maior parte das indústrias americanas. Outros trabalhos que utilizaram metodologia semelhantes chegaram às mesmas evidências, com destaque para Domowitz et al. (1986) e Shapiro (1987).

Por contestar uma hipótese relevante para diversas áreas da ciência econômica, as evidências empíricas encontradas por tais trabalhos tiveram grande repercussão e algumas características deste tipo de estudo foram analisadas em estudos posteriores. Um dos principais aspectos desta metodologia que foi alvo de críticas é a necessidade de assumir a hipótese de retornos constantes de escala, sendo que as evidências encontradas também podem ser justificadas pela não validade desta hipótese. Charles e Perloff (1993) evidenciaram por meio de simulações que as estimativas do *mark up* obtidas por este tipo de estudo são viesadas na ausência de



retornos constantes de escala.

Esta característica da metodologia torna interessante a obtenção de estimativas da função de produção, uma vez que este exercício pode gerar evidências relacionadas aos retornos de escala. Nesta linha de pesquisa, o trabalho de [Loecker e Warzynski \(2009\)](#) é uma forma de complementar e melhorar o entendimento da análise realizada por meio do resíduo de Solow. Os autores propõem uma metodologia de cálculo do *mark up* que tem a estimação da função de produção como uma das etapas, de forma que é possível obter estimativas alternativas e analisar a hipótese de retornos constantes de escala. Além de gerar inferências a esse respeito, a principal vantagem desta metodologia é o fato de ela não assumir a hipótese de retornos constantes de escala, de forma que suas estimativas da relação entre preço e custo marginal não são afetadas por diferentes retornos de escala.

Apesar de bastante desenvolvida na literatura de Organização Industrial, a análise empírica da relação entre preço e custo marginal para a indústria brasileira é pouco difundida. Em poucos trabalhos há o emprego da metodologia proposta por [Hall \(1986\)](#), sendo que estes dão maior enfoque para as estimativas da produtividade na ausência de concorrência perfeita possível de se obter com o emprego desta metodologia, como é possível constatar em [Ferreira e Guillén \(2004\)](#) e em [Clezar et al. \(2010\)](#). Um aspecto relevante a respeito destes trabalhos é a não utilização de variáveis instrumentais, o que é uma das características relevantes deste ferramental e importante para a obtenção de estimativas consistentes. A respeito da metodologia proposta por [Loecker e Warzynski \(2009\)](#), sua aplicação para a indústria nacional não foi encontrada em nenhum trabalho. Assim, a análise da relação entre as duas abordagens de estimação da relação entre preço e custo marginal é inédita para a indústria brasileira.

Dessa forma, ao observar a evolução das metodologias de estimação do *mark up* e suas aplicações para a indústria nacional, julgou-se interessante o estudo específico da relação entre preço e custo marginal por meio da análise do resíduo de Solow e da função de produção. Para isso, na seção seguinte é realizada a revisão de literatura, em que é descrito a evolução do estudo sobre preço e custo marginal na Organização Industrial. As metodologias de estimação do *mark up* por meio da análise do resíduo de Solow e da estimação da função de produção são abordadas na sequência. Os estudos empíricos sobre a indústria brasileira finaliza a revisão de literatura. Na seção 3 a metodologia empregada pela presente pesquisa é descrita, com uma breve discussão sobre variáveis instrumentais a serem utilizadas na análise do resíduo de Solow. Nesta seção a definição dos setores a serem analisados também é realizada, assim como

a descrição da base de dados empregada. Na sequência, os resultados obtidos por meio do resíduo de Solow são analisados e a função de produção é estimada. Para verificar a relação entre as estimativas de *mark up* obtidas com o emprego das duas metodologias, a hipótese de retornos constantes de escala é analisada. A última seção deste trabalho conclui a pesquisa.

## 2 Revisão de Literatura

### 2.1 Relação entre preço e custo marginal

A Organização Industrial é o ramo da ciência econômica que possui como objetivo analisar como a estrutura de mercado, a relação entre as firmas, as características das indústrias, entre outros fatores, afetam a alocação dos recursos da sociedade. De acordo com Grether (1970), seu surgimento data da década de 1930, de forma que diversas abordagens distintas para este tipo de análise se desenvolveram desde então. Por ser uma importante evidência a este respeito, a relação entre preço e custo marginal é uma das abordagens tradicionais desta escola.

O preço é a variável que melhor capta as preferências dos agentes por expressar suas disponibilidades a pagar por um determinado bem. De acordo com Hayek (1945), em um sistema em que as informações relevantes circulam igualmente entre as pessoas, os preços coordenam as ações separadas dos indivíduos de forma a representar o valor atribuído a um determinado produto pela sociedade. Já o custo marginal pode ser definido como o valor incorrido pela firma para a produção de uma unidade a mais de um determinado produto. Neste contexto, um preço superior ao custo marginal indica que os agentes estão dispostos a alocar mais recursos para a produção de um determinado bem, enquanto que um preço inferior ao custo marginal indica inviabilidade desta alocação. Ou seja, a igualdade entre preço e custo marginal é uma condição fundamental para a eficiência alocativa dos recursos, uma vez que ela garante que os consumidores igualem suas taxas marginais de substituição à taxa marginal de transformação do produto.

Dessa forma, quanto mais próxima da unidade for a relação entre preço e custo marginal, maior é a eficiência alocativa do mercado. Da mesma maneira, quanto mais o preço superar o custo marginal, menor é a eficiência alocativa. A divisão do preço pelo custo marginal é definida como *mark up*.

Inicialmente, índices de *mark up* eram obtidos por meio da divisão do preço pelo custo. No entanto, o avanço da literatura demonstrou que esta relação não fornece evidências consistentes acerca do funcionamento dos mercados. O principal problema na construção e na utilização de tais índices é decorrente da não observação do custo marginal, sendo que a utilização do custo observado não se mostrou uma maneira eficiente de superar este problema. Com isso, surgiu a necessidade de abordagens que vão além da divisão entre preço e custo. Apesar da importância deste tipo de análise, o estudo mais aprofundado sobre formas alternativas

de estimação do *mark up* surgiu somente algumas décadas após o surgimento da Organização Industrial.

Bresnahan e Schmalensee (1987), ao analisar os primeiros trabalhos deste campo da década de 1930, notam que não havia formalização de metodologias de estimação do *mark up* apesar de tais estudos avaliarem características de determinadas indústrias e relacioná-las ao poder de mercado. A escola de Harvard, principal origem de tais trabalhos, ficou conhecida pelos estudos de caso de indústrias específicas, apresentando pouca teoria econômica formal e pouco uso de técnicas econométricas, aspectos desenvolvidos e aplicados neste campo apenas nas décadas seguintes.

De acordo com os autores, a análise estatística passou a ser empregada mais frequentemente apenas a partir da década de 1950 nos trabalhos da Universidade de Chicago. Os estudos desta escola eram tipicamente análises sobre a conduta das firmas, sendo o emprego de *cross section* o ferramental econométrico mais utilizado. Este tipo de abordagem permaneceu frequente na década seguinte, com difusão do uso do ferramental estatístico que ampliou a abrangência dos resultados e reduziu o enfoque em estudos de caso preponderante até então. Ainda assim não há desenvolvimento de metodologias de estimação do *mark up* nesse período, sendo esse ainda caracterizado pela divisão entre preço e custo.

As análises empíricas perderam espaço para estudos teóricos no fim dos anos 1960 e início dos anos 1970, o que ocorreu principalmente em decorrência das críticas que alegaram que os dados e o ferramental empregados não possibilitavam a identificação e a estimativa das relações estruturais de interesse. Os autores afirmam que os estudos mais frequentes passaram a ser teóricos, envolvendo análises formais da competição perfeita dos mercados, o que gerou importantes avanços para os estudos posteriores.

No início dos anos 1980, houve aumento das possibilidades de aplicação empírica em decorrência do avanço do ferramental econométrico e da teoria econômica, possibilitando que este tipo de abordagem voltasse a ser frequente. Os trabalhos desse período apresentaram desde o ferramental teórico e econométrico mais simples até abordagens mais sofisticadas, havendo diversidade das metodologias desenvolvidas e empregadas. Apesar desta diversidade alguns tópicos se destacaram, como a diferença de rentabilidade entre setores, a precificação sob oligopólio e a competição perfeita no longo prazo (BRESNAHAN; SCHMALENSSEE, 1987).

Diferentes formas de estimar o *mark up* surgiram nesse período e deram origem às principais correntes de estimação de poder de mercado utilizadas atualmente. A esse respeito,

Charles e Perloff (1993) consideraram três principais abordagens, classificando-as como as metodologias mais conhecidas e utilizadas. Tais abordagens são: (1) os modelos estruturais; (2) a metodologia proposta por Panzar e Rosse (1987); e (3) a metodologia proposta por Hall (1986).

Para Charles e Perloff (1993), apesar de as abordagens serem consistentes e matematicamente corretas, há necessidade de verificar seus aspectos práticos e suas capacidades de gerar evidências empíricas consistentes. Para isso, os autores analisam aspectos gerais das metodologias e realizam simulações. A comparação entre as abordagens é feita principalmente pelo requerimento de dados e suposições, de forma que a adequabilidade de suas aplicações é dada por estes critérios.

A respeito dos modelos estruturais, os autores afirmam que, se por um lado estes demandam uma maior quantidade de dados e de suposições, por outro apresentam os melhores resultados se os modelos forem corretamente especificados. Contudo, este bom desempenho está associado à forma como as simulações foram realizadas. Nas simulações, uma determinada estrutura de mercado específica é considerada e conhecida, o que faz com que no momento de realizar as suposições necessárias para a aplicação do modelo, o pesquisador as faça adequadamente. No caso em que o modelo não é corretamente especificado, os autores mostram que sua capacidade de identificar poder de mercado é reduzida. O estudo mostra ainda que esta abordagem gera resultados bastante sensíveis aos termos de erro das equações estimadas no modelo estrutural. Assim, conforme os termos de erro das estimativas das equações aumentam, a capacidade de identificação da estrutura de mercado analisada é consideravelmente reduzida.

Dessa forma, apesar de ser consistente e de apresentar bons resultados na simulação, a aplicação dos modelos estruturais para a avaliação empírica de poder de mercado é menos atrativa por ser bastante influenciada pelos erros de especificação e por ser sensível aos termos de erros das equações. A esse respeito, Juselius et al. (2009) destaca que um dos problemas dessa abordagem é decorrente do fato de os parâmetros das funções utilizadas para mensurar o custo marginal serem muito sensíveis às condições de equilíbrio assumidas pelo modelo. Vale destacar ainda que a aplicação de tais modelos demanda grande quantidade de dados que nem sempre encontram-se disponíveis.

Sobre a metodologia desenvolvida por Panzar e Rosse (1987), ela apresenta uma forma de testar poder de mercado e analisa qual estrutura melhor explica os dados observados. O teste é conduzido por meio de estimativas de uma forma reduzida da função receita, sendo calculada uma estatística que é a soma das elasticidades da receita em relação aos preços dos fatores.

O principal problema desta abordagem, de acordo com [Charles e Perloff \(1993\)](#), é que para a maior parte das funções utilizadas a correta especificação é não linear e complexa, sendo que sua simplificação não se mostrou um caminho adequado.

A respeito da metodologia proposta por [Hall \(1986\)](#), ela consiste em um teste de hipótese e na estimação do *mark up*. O principal fundamento desta metodologia provém da análise da propriedade de invariância do resíduo de Solow, que diz que este não deve ser correlacionado com a variação das relações produto/capital e trabalho/capital quando as hipóteses de concorrência perfeita e retornos constantes de escala são válidas. A principal suposição assumida para o emprego desta abordagem é a hipótese de retornos constantes de escala, sendo que [Charles e Perloff \(1993\)](#) consideram esta a principal desvantagem da metodologia.

Essas três abordagens deram origem às principais metodologias de estimação do *mark up*. O presente trabalho empregará a abordagem da análise do resíduo de Solow proposta por [Hall \(1986\)](#) e a literatura decorrente deste trabalho. Esta escolha metodológica deve-se principalmente ao fato de sua aplicação à indústria nacional ser pouco difundida e ter gerado resultados divergentes da literatura padrão, como será destacado posteriormente. Outro importante fator que contribui para a escolha desta abordagem é o trabalho de [Loecker e Warzynski \(2009\)](#). Os autores desenvolveram uma metodologia de cálculo do *mark up* que envolve a estimação da função de produção. Com isso, esta metodologia fornece estimativas alternativas do *mark up* e auxilia identificar se a probabilidade de haver retornos constantes de escala, sendo esta a principal hipótese assumida para a estimação do *mark up* por meio do resíduo de Solow. Dessa forma, as metodologias apresentam características complementares e podem gerar importantes constatações acerca do funcionamento do setor industrial quando aplicadas conjuntamente, como inferências sobre a relação entre preço e custo marginal e sobre retornos de escala, sendo esta abordagem inédita para o caso brasileiro.

Para evidenciar como a análise do resíduo de Solow e da função de produção podem gerar formas complementares de estimação da relação entre preço e custo marginal, tais abordagens serão aprofundadas nas próximas seções. Na seção seguinte, a relação entre resíduo de Solow e estimação do *mark up* é explicada. Inicialmente, as equações a serem estimadas são discutidas e, posteriormente, o impacto desta metodologia na ciência econômica e seu desenvolvimento é abordado. A seção 2.3 trata da estimação da relação entre preço e custo marginal pela função de produção, destacando como distintas estimativas das elasticidades dos fatores de produção podem se relacionar para gerar estimativas de *mark up*. Por fim, na seção 2.4 os

estudos desta área sobre a indústria nacional são analisados com o objetivo de avaliar como os resultados obtidos pelo presente trabalho podem melhorar a compreensão do funcionamento da indústria nacional.

## 2.2 Resíduo de Solow e o *mark up*

### 2.2.1 Equações do modelo

A abordagem proposta por Hall (1986) parte da análise do resíduo de Solow, termo que tem origem no importante trabalho de Solow (1957). Ambos estudos utilizam a função de produção  $Q = F(K, N; t)$ , sendo  $Q$  o produto,  $K$  o capital,  $N$  o trabalho e  $t$  a mudança técnica, que representa qualquer modificação na produção não decorrente da alteração de insumos, podendo estar relacionada à melhora na educação da classe trabalhadora, movimentos cíclicos do produto, entre outros. É considerado o caso em que tais mudanças não alteram as taxas marginais de substituição dos fatores de produção, simplesmente aumentando ou diminuindo o produto obtido dado o uso dos insumos. Dessa forma, a função de produção pode ser descrita como  $Q = \Theta F(K, N)$ , sendo  $\Theta$  o fator Hicks-neutro de progresso técnico. Considerando esta função de produção, a relação do crescimento do produto com o crescimento dos insumos pode ser definida da seguinte forma:

$$\theta_t = \Delta q_t - \alpha_t^n \Delta n_t \quad (1)$$

sendo  $\theta_t$  a taxa de crescimento do fator Hicks-neutro de progresso técnico,  $\Delta q_t$  a taxa de crescimento da relação produto/capital ( $\Delta \log(Q/K)$ ),  $\alpha_t^n$  a contribuição do trabalho no produto ( $wN/pQ$ ) e  $\Delta n_t$  a taxa de crescimento da relação trabalho/capital ( $\Delta \log(N/K)$ ). Esta equação ficou conhecida como resíduo de Solow ou produtividade total dos fatores (PTF), sendo interpretada como o crescimento do produto não explicado pelo aumento do uso dos insumos.

O uso do resíduo de Solow como método de cálculo da produtividade se difundiu. No entanto, Hall (1986) mostrou que na ausência de concorrência perfeita há alterações na relação exposta na equação (1) que modificam a interpretação da parcela do crescimento da produção que até então era atribuída ao progresso técnico.

Seja  $x_t$  o custo marginal e, considerando a possibilidade de existir diferença entre preço e custo marginal, a contribuição do trabalho no produto passa a ser definida como a contribuição

do trabalho no custo, sendo  $\alpha_t^{*n} = wN/xQ$ . Dessa forma, o progresso técnico ( $\theta_t^*$ ) é dado por:

$$\theta_t^* = \Delta q_t - \alpha_t^{*n} \Delta n_t \quad (2)$$

Assumindo o *mark up* como  $\mu_t = p_t/x_t$ , as equações (1) e (2) podem ser combinadas para gerar a seguinte relação:

$$\theta_t = (\mu_t - 1)\alpha_t^n \Delta n_t + \theta_t^* \quad (3)$$

A equação (3) expressa a contribuição de Hall (1986) no entendimento do resíduo de Solow. Por meio dela, é possível observar que, na presença de concorrência perfeita, com preço e custo marginal iguais e  $\mu = 1$ , a produtividade total dos fatores calculada das duas formas são iguais. Entretanto, quando  $\mu > 1$ , o resíduo de Solow sobreestima a contribuição do progresso técnico no crescimento do produto. Ou seja, o resíduo de Solow não representa apenas a produtividade quando o preço supera o custo marginal.

Partindo dessa relação e considerando o *mark up* constante, o autor demonstra que é possível estimá-lo para mensurar a distância dos mercados da concorrência perfeita. Tal abordagem gerou duas contribuições empíricas, sendo elas o teste da hipótese conjunta de concorrência perfeita e retornos constantes de escala e uma metodologia de estimação do *mark up*. Para entender melhor a forma como o teste de hipótese deve ser conduzido e como a equação a ser estimada é definida, é preciso analisar alguns aspectos da função de produção.

Primeiramente, é analisada a forma como a estimativa do *mark up* é obtida neste contexto. Considerando a mesma função de produção utilizada até o momento, o custo marginal pode ser expresso da seguinte forma:

$$x = \frac{w\Delta N + r\Delta K}{\Delta Q - \theta Q} \quad (4)$$

ou seja, o acréscimo de insumo, dividido pelo aumento da produção descontada a contribuição do progresso técnico. Se reescrevermos a equação (4) em termos de crescimento do produto explicado pelo crescimento dos insumos e progressão técnica, temos que

$$\frac{\Delta Q}{Q} = \frac{wN}{xQ} \frac{\Delta N}{N} + \frac{rK}{xQ} \frac{\Delta K}{K} + \theta_t \quad (5)$$

A equação (5) é difícil de ser estimada pelo fato de o valor sombra do capital ( $r$ ) não ser observado. Para solucionar este problema, Hall (1986) assume a hipótese de retornos



constantes de escala, sob a qual  $wN/xQ$  e  $rK/xQ$  somam um. Inserindo esta relação na equação (5) e rearranjando os termos, chega-se à seguinte relação:

$$\frac{\Delta Q}{Q} - \frac{\Delta K}{K} = \frac{wN}{xQ} \left( \frac{\Delta N}{N} - \frac{\Delta K}{K} \right) + \theta_t \quad (6)$$

As variáveis em minúsculo são definidas como a taxa de crescimento descontada da taxa de crescimento do capital, de forma que  $\Delta q_t = \frac{\Delta Q}{Q} - \frac{\Delta K}{K}$  e  $\Delta n_t = \frac{\Delta N}{N} - \frac{\Delta K}{K}$ . Considerando o *mark up* definido como  $\mu_t = p_t/x_t$ , a elasticidade do produto em relação ao trabalho como  $\alpha_t^n = w_t N_t / p_t Q_t$  e o progresso tecnológico como uma taxa de crescimento constante ( $\theta$ ) adicionada de um termo que representa choques tecnológicos ( $e_t$ ), obtém-se a equação a ser estimada:

$$\Delta q_{it} = \mu_{it} \alpha_{it}^n \Delta n_{it} + \theta_i + e_t \quad (7)$$

Esta equação expressa a ideia básica da metodologia de estimação do *mark up*. A relação entre preço e custo marginal pode ser obtida comparando o crescimento do produto/capital ( $\Delta q_{it}$ ) observado com o crescimento esperado dados o crescimento da relação trabalho/capital ( $\Delta n_{it}$ ) e a elasticidade do produto em relação ao trabalho ( $\alpha_{it}^n$ ). Com isso, conforme é facilmente observado na equação (7), o resultado da regressão de  $\Delta q_{it}$  por  $\Delta n_{it}$  dividido por  $\alpha_{it}^n$ , variável que é obtida diretamente dos dados, gera a relação entre preço e custo marginal ( $\mu_{it}$ ). É considerado que o *mark up* é invariante no período de análise, de forma que este é calculado para cada setor ( $\mu_i$ ).

O emprego desta especificação para estimação do *mark up* ainda possui uma importante característica a ser abordada. Como as variáveis trabalho e produtividade devem ser correlacionadas, esta especificação possui problema de endogeneidade e requer o uso de variáveis instrumentais. Por isso, é necessário a escolha de um instrumento que afete de maneira significativa o trabalho e que não tenha relação com a produtividade.

A respeito das variáveis instrumentais, estas possuem papel central no teste de hipótese de concorrência perfeita e retornos constantes de escala, uma vez que este envolve a análise da relação entre o resíduo de Solow e o instrumento. Para entender como esta relação pode gerar evidências a este respeito, é necessário alterar a especificação. Subtraindo  $\alpha_t^n \Delta n_t$  dos dois lados da equação (7), chega-se a seguinte equação:

$$\Delta q_t - \alpha_t^n \Delta n_t = (\mu_t - 1) \alpha_t^n \Delta n_t + \theta_t \quad (8)$$

Considerando que a variável instrumental, representada pela letra  $z$ , não tenha relação com a produtividade e tenha impacto no trabalho, a covariância entre o instrumento e o resíduo de Solow é dada por:

$$\text{cov}(\Delta q - \alpha^n \Delta n, \Delta z) = \text{cov}[(\mu - 1)\alpha^n \Delta n, \Delta z] \quad (9)$$

É possível observar na equação (9) que a covariância entre o resíduo de Solow e o instrumento será positiva quando o preço superar o custo marginal. Por outro lado, caso seja válida a igualdade entre preço e custo marginal e  $\mu_t = 1$ , a covariância será nula. Pelo fato de o termo que representa a contribuição do trabalho no produto ( $\alpha_t^n$ ) estar inserido na relação, o instrumento também deve causar importantes variações no produto, sendo estas características e a não relação com a produtividade as características ideais das variáveis instrumentais.

O teste envolve também a hipótese de retornos constantes de escala. A esse respeito, no caso em que a variável instrumental escolhida também possui impacto relevante no crescimento do capital, a relação positiva entre o resíduo de Solow e o instrumento pode indicar retornos crescentes de escala. Considerando a equação (5) sem a suposição de retornos constantes de escala e assumindo competição perfeita temos que:

$$\Delta q_t - \alpha_t^n \Delta n_t = (\alpha_t^n + \alpha_t^k - 1)\Delta k_t + \theta_t + e_t \quad (10)$$

em que  $\alpha^k = rK/pQ$  e  $\Delta k$  é a taxa de crescimento do estoque de capital. Ao aplicar covariância na equação da mesma maneira que anteriormente, chega-se a seguinte relação

$$\text{cov}(\Delta q_t - \alpha_t^n \Delta n_t, \Delta z) = \text{cov}[(\alpha_t^n + \alpha_t^k - 1)\Delta k_t, \Delta z] \quad (11)$$

que torna evidente que a correlação positiva entre o instrumento e o resíduo de Solow também pode indicar retornos crescentes de escala, já que nesta situação a soma  $\alpha_t^n + \alpha_t^k$  supera a unidade.

### 2.2.2 Impacto da metodologia e seu desenvolvimento

Ao aplicar esta metodologia às indústrias norte-americanas, Hall (1986) constatou que entre os anos de 1953 e 1984 houve presença de *mark up* superior a unidade, evidenciando que a hipótese de igualdade entre preço e custo marginal não é empiricamente válida para a maior parte das indústrias analisadas. Um dos principais aspectos encontrados pelo autor é

que em fases de alto crescimento as firmas produzem mais vendendo por um preço que excede o custo marginal dos insumos, o que representou uma importante evidência contrária à hipótese de concorrência perfeita. Os trabalhos de [Domowitz et al. \(1986\)](#) e de [Shapiro \(1987\)](#) foram os mais relevantes que seguiram esta linha metodológica. Ambos analisaram a indústria norte-americana partindo desta abordagem e encontraram evidências semelhantes. Os estudos também realizaram estimativas complementares que geraram conclusões no mesmo sentido.

As evidências contrárias à hipótese de concorrência perfeita geradas pela aplicação das principais formas de estimar o *mark up* tiveram grande impacto na ciência econômica, uma vez que esta hipótese é assumida em diversos estudos deste campo. Destaca-se o impacto sobre os estudos que partem da abordagem proposta pelo trabalho de [Solow \(1957\)](#), que é o caso dos Ciclos Econômicos Reais. [Burnside et al. \(1993\)](#) afirmam que o trabalho de [Hall \(1986\)](#) desafiou a suposição desta escola de que os movimentos do resíduo de Solow representavam choques tecnológicos exógenos, adicionando que os estudos das flutuações macroeconômicas até então sobreestimavam substancialmente os impactos dos choques tecnológicos. Ainda a esse respeito, [Domowitz et al. \(1986\)](#) ressaltam o aumento da importância do estudo sobre a concorrência imperfeita para os modelos de flutuação macroeconômica decorrente das evidências encontradas partindo desta abordagem.

A respeito do impacto de [Hall \(1986\)](#) na Organização Industrial, destaca-se o fato de a metodologia proposta pelo autor requerer menos suposições e dados do que os modelos estruturais, que eram os principais modelos utilizados para estimação do *mark up* até então. Conforme mencionado na sessão 2.1, [Charles e Perloff \(1993\)](#) afirmam que a abordagem dos modelos estruturais é bastante sensível a erros de especificação e que a confiabilidade de seus resultados é afetada pelo grande conjunto de suposições adotadas.

O desenvolvimento da metodologia proposta por [Hall \(1986\)](#) ocorreu principalmente em dois sentidos, que foram considerados como suas principais deficiências: o uso de variáveis instrumentais e a hipótese de retornos constantes de escala.

Acerca das críticas referentes à instrumentalização, esta foi considerada controversa pela dificuldade encontrada na obtenção de instrumentos que atendam às características demandadas. O viés de endogeneidade presente na especificação utilizada, que faz com que seja necessário o uso de variáveis instrumentais, é decorrente do fato de o crescimento no uso dos insumos poder apresentar correlação com o crescimento da produtividade, uma vez que em momentos de aumento da produtividade há incentivos para maior uso de insumos. Por isso, deve-se

buscar instrumentos que causem importantes movimentações no emprego e no produto e que não sejam correlacionados com flutuações da produtividade.

Em seu estudo empírico, [Hall \(1986\)](#) utilizou como instrumentos gastos militares, preço mundial do petróleo e o partido político do presidente norte-americano. A respeito dos gastos militares, o autor afirma ser esperado que esta variável não ocasione nem seja influenciada por alterações na produtividade e que ela tenha efeito positivo no produto e no emprego. Sobre o preço mundial do petróleo, o autor argumenta que esta variável pode causar alterações na produtividade apenas no longo prazo, o que a torna um instrumento adequado caso esta variável influencie o produto e o emprego. A justificativa para o uso do partido político é que esta variável não deve ocasionar alterações na produtividade e que, de acordo com o autor, há diferenças sistemáticas na política dos partidos que permitem identificar um crescimento do produto e do emprego mais rápido quando o presidente norte-americano é um democrata do que quando ele é um republicano.

O questionamento sobre a adequabilidade das variáveis instrumentais afeta a confiabilidade dos resultados. Isto ocorre porque a correlação positiva do instrumento com o resíduo de Solow pode representar, além da ausência de concorrência perfeita, que o instrumento não foi escolhido adequadamente. Este aspecto da metodologia foi alvo de críticas por não haver um teste para assegurar a adequabilidade do instrumento neste caso.

Uma alternativa para o uso de variáveis instrumentais foi desenvolvida por [Roeger \(1995\)](#), tendo sido aplicada também em [Martins et al. \(1996\)](#). Esta metodologia provém de uma alteração na especificação proposta por [Hall \(1986\)](#) que elimina a necessidade do uso de variáveis instrumentais. No entanto, ela requer o uso de uma *proxy* para o preço sombra do capital.

O preço sombra do capital pode ser definido como o valor da mudança no produto decorrente da alteração marginal na utilização do capital. Em um contexto de otimização, isto representa justamente o custo incorrido para esta utilização marginal adicional. Dessa forma, de maneira simplificada, pode-se considerá-lo como o preço máximo que o empresário está disposto a pagar pelo fator de produção, uma vez que um preço superior ao preço sombra faz com que o investimento neste recurso gere prejuízo. Sua mensuração é difícil, sendo por vezes objeto de estudo de trabalhos especificamente voltados para o tema. Por isso, há controvérsia ainda maior sobre a adequabilidade desta abordagem, havendo grande dificuldade para a obtenção de uma *proxy* para o preço sombra do capital. Com isso, a alternativa proposta parece gerar

um problema ainda maior.

A respeito da hipótese de retornos constantes de escala, outro alvo de críticas da metodologia de obtenção do *mark up* por meio do resíduo de Solow, Charles e Perloff (1993) encontram evidências por meio de simulações de que o *mark up* é sobreestimado quando há retornos decrescentes de escala e subestimado quando há retornos crescentes de escala. Um dos trabalhos de destaque que estima a relação entre preço e custo marginal e obtém inferências acerca de retornos de escala é Klette (1999). O autor propõe uma abordagem que permite a estimativa conjunta do poder de mercado e dos retornos de escala, sendo uma importante forma de estimar o *mark up* que possui o trabalho de Hall (1986) como ponto de partida. No entanto, a metodologia proposta necessita de dados desagregados em nível de firma não disponíveis para a indústria brasileira.

Dessa forma, os problemas apontados pela literatura relacionados às variáveis instrumentais e aos retornos de escala tornam interessante a busca por estimativas de *mark up* complementares, bem como o estudo empírico sobre retornos de escala. Este tipo de estudo pode gerar evidências sobre estas características da análise do resíduo de Solow, além de estimativas alternativas da relação entre preço e custo marginal da indústria brasileira.

A seção seguinte trata da metodologia de estimação do *mark up* por meio da função de produção desenvolvida por Loecker e Warzynski (2009), abordagem empregada no presente trabalho com o intuito de gerar estimativas alternativas do *mark up* e evidências acerca de retornos de escala.

### 2.3 Elasticidade dos fatores de produção, *mark up* e retornos de escala

De acordo com Mundlak (1963), as estimativas das elasticidades dos fatores de produção podem ser realizadas para gerar evidências sobre a validade ou não da hipótese conjunta de concorrência perfeita e retornos constantes de escala. Este tipo de estudo empírico ocorre por meio da comparação entre as elasticidades dos fatores de produção estimadas de forma não viesada e a contribuição dos fatores de produção estimadas por *factor share*, que é a contribuição do insumo no valor agregado. A relação das estimativas com a hipótese conjunta avaliada é decorrente do fato de a estimativa via *factor share* assumir que ela é válida, enquanto que a outra abordagem não faz esta suposição. Portanto, diferenças entre as elasticidades estimadas podem ser interpretadas como evidências da não validade desta hipótese.

A respeito desse tipo de abordagem, destacam-se Loecker e Warzynski (2009) e Loe-

cker (2011). Em tais trabalhos, é proposta uma forma de mensurar o *mark up* por meio da relação entre as elasticidades dos fatores de produção. A estimação proposta, que parte do *insight* presente em Hall (1986) acerca da inclusão da função de produção neste contexto, nada mais é do que a divisão entre as elasticidade do fator de produção trabalho obtida das duas formas alternativas citadas

$$\mu_{it} = \frac{\beta_{it}^n}{\alpha_{it}^n}, \quad (12)$$

sendo  $\mu_{it}$  o *mark up*,  $\beta_{it}^n$  a elasticidade-produção do insumo trabalho obtida de forma não viesada e  $\alpha_{it}^n$  a contribuição do insumo no valor agregado que provém diretamente dos dados obtida via *factor share*. Esta é a mesma variável utilizada na metodologia de estimação da relação entre preço e custo marginal por meio do resíduo de Solow apresentada na seção anterior.

A seguir, é realizada uma breve discussão sobre estas formas de cálculo das elasticidades dos fatores de produção com o objetivo de destacar suas principais características e os principais aspectos econométricos a serem tratados. Na sequência, é discutida a forma como o procedimento econométrico que permite a estimação não viesada da função de produção é utilizado para a obtenção de inferências acerca da hipótese de retornos constantes de escala.

### 2.3.1 Elasticidade dos fatores de produção

A elasticidade do fator de produção calculada via *factor share* nada mais é do que o cálculo de sua contribuição no total produzido para cada indústria. Assim, para o caso do trabalho, obtém-se esta elasticidade por meio da divisão do valor total empregado neste fator de produção pelo valor agregado, não havendo aspectos econométricos relevantes a serem tratados. O aspecto mais relevante sobre esta estimativa é a possibilidade de evidenciar seu viés decorrente da não validade das hipóteses de concorrência perfeita e retornos constantes de escala, o que é exposto em Mundlak (1963).

Já o procedimento para obtenção de estimativas não viesadas dos parâmetros da função de produção ( $\beta_{it}$ ) é uma área da economia aplicada que possui literatura bastante desenvolvida e, por isso, merece maior atenção. O primeiro aspecto a ser definido é a forma funcional da função considerada. No presente estudo é utilizada a função de produção Cobb-Douglas por esta apresentar propriedades desejáveis para estimação, com seu uso bastante difundido na literatura. Partindo desta especificação e considerando o valor agregado pelas indústrias, é assumido que os fatores de produção podem ser reduzidos a capital e trabalho. Assim, a função de produção Cobb-Douglas com presença de efeitos específicos da firma e do tempo, considerando os termos

em log representados por letras minúsculas, é especificada da seguinte forma

$$q_{it} = \beta^k k_{it} + \beta^n n_{it} + \gamma_t + (\eta_i + v_{it} + m_{it}) \quad (13)$$

sendo  $k_{it}$  o capital,  $n_{it}$  o trabalho,  $\beta^k$  e  $\beta^n$  seus respectivos coeficientes e  $\gamma_t$  é um intercepto específico de ano. Sobre os componentes de erro,  $\eta_i$  é efeito específico da firma  $i$ ,  $v_{it}$  representa choques de produtividade e  $m_{it}$  representa erros de mensuração serialmente não correlacionados.

A estimativa via mínimos quadrados ordinários (MQO) da equação (13) é viesada, uma vez que esta especificação apresenta endogeneidade decorrente da correlação dos fatores de produção com o termo de erro composto ( $\eta_i + v_{it} + m_{it}$ ). Há diferentes formas de tratamento do viés de endogeneidade presente na função de produção. [Griliches e Mairesse \(1995\)](#) destacam as principais, como efeitos fixos, primeiras diferenças, o uso da defasagem dos insumos empregados e o uso de *proxies* e equações adicionais. Os autores afirmam que cada procedimento corresponde a uma interpretação diferente sobre a fonte da endogeneidade.

Duas formas de tratamento do problema de endogeneidade na função de produção se destacaram. A primeira delas faz uso de equações de demanda por material para gerar *proxys* para a produtividade. Este tipo de abordagem é desenvolvido principalmente pelos trabalhos de [Olley e Pakes \(1996\)](#), [Levinsohn e Petrin \(2003\)](#) e [Akerberg et al. \(2006\)](#). A outra forma de tratamento do viés de endogeneidade encontrada na literatura é a utilização da defasagem das variáveis explicativas como instrumento. Tal abordagem faz uso do fato de a quantidade de um fator de produção utilizado no ano anterior ter grande relação com a quantidade utilizada no ano seguinte e não ter relação com os choques de produção do ano seguinte, características que tornam a defasagem da variável um instrumento válido.

A metodologia de estimação dos parâmetros da função de produção utilizada por [Loecker e Warzynski \(2009\)](#) para estimação do *mark up* parte da abordagem que utiliza o consumo intermediário como instrumento. Contudo, a aplicação deste procedimento é menos atrativa para o caso das indústrias nacionais pelo fato de esta metodologia usualmente gerar melhores resultados para dados em nível de firma, o que não é o caso dos dados utilizados no presente estudo. Já o emprego do ferramental que utiliza a defasagem das variáveis como instrumentos costumam apresentar coeficientes mais significativos quando utilizado em dados em nível industrial. Por este motivo, a metodologia decorrente desta abordagem acerca da instrumentação foi escolhida para obtenção de estimativas no presente estudo.

Há importantes aspectos relacionados ao desenvolvimento desta metodologia que de-

vem ser tratados para a busca por coeficientes eficientes e significativos dos parâmetros da função de produção. Destaque para a possibilidade de os choques de produtividade apresentarem persistência. Esta característica do resíduo pode ser descrita pela correlação serial do termo  $v_{it}$ , que passa a ser definido como  $v_{it} = \rho v_{it} + e_{it}$ , com  $e_{it} \sim MA(0)$  (BLUNDELL; BOND, 1998). Considerando este comportamento do termo de erro da função de produção, é possível reescrever (13) e obter a especificação dinâmica da função de produção

$$q_{it} = \beta^k k_{it} - \rho \beta^k k_{it-1} + \beta^n n_{it} - \rho \beta^n n_{it-1} + \rho q_{it-1} + (\gamma_t - \rho \gamma_{t-1}) + (\eta_i (1 - \rho) + e_{it} + m_{it} - \rho m_{it-1}) \quad (14)$$

ou

$$q_{it} = \pi_1 k_{it} - \pi_2 k_{it-1} + \pi_3 n_{it} - \pi_4 n_{it-1} + \pi_5 q_{it-1} + \gamma_t^* + (\eta_i^* + w_{it}^*) \quad (15)$$

sendo  $\gamma_t^* = (\gamma_t - \rho \gamma_{t-1})$ ,  $\eta_i^* = (\eta_i (1 - \rho))$  e  $w_{it}^* = e_{it} + m_{it} - \rho m_{it-1}$ . A equação (15) está sujeita a duas restrições não lineares:  $\pi_2 = -\pi_1 \pi_5$  e  $\pi_4 = -\pi_3 \pi_5$ . Com estimativas consistentes do vetor de parâmetros  $\pi = (\pi_1, \pi_2, \pi_3, \pi_4, \pi_5)$  e  $var(\pi)$ , estas restrições podem ser impostas e testadas para obter os parâmetros do vetor  $(\beta^n, \beta^k, \rho)$ . As restrições podem ser verificadas pelo teste dos fatores comuns (Comfac), que possui como hipótese nula que tais restrições são satisfeitas. Esta é a especificação utilizada pelo presente trabalho para obtenção dos parâmetros da função de produção.

Há importantes aspectos referentes à especificação em painel dinâmico que precisam ser tratados para que os coeficientes da função de produção sejam estimados eficientemente. A esse respeito, de acordo com Cameron e Trivedi (2005), uma importante constatação acerca da estrutura do painel dinâmico é que, mesmo que  $\eta_i$  seja um efeito aleatório, as estimativas via MQO dos parâmetros são inconsistentes em decorrência da correlação entre  $y_{it-1}$  e  $\eta_i$ . O caminho seguido pela literatura foi o de retirar a primeira diferença e instrumentalizar a equação com as variáveis em nível. Inicialmente, foi utilizada a primeira defasagem em nível como instrumento, como indicado por Anderson e Hsiao (1981). Posteriormente, Arellano e Bond (1991) propuseram utilizar mais defasagens da variável instrumentalizada.

Apesar de corrigirem adequadamente o problema, tais metodologias usualmente apresentam resultados insatisfatórios, com baixos e insignificantes coeficientes do capital e com baixas estimativas de retorno de escala pouco plausíveis, conforme exposto em Griliches e Mairesse (1995). De acordo com Blundell e Bond (1998), este problema ocorre porque as séries utilizadas apresentam grande persistência, o que faz com que a variável em nível e a variável



em diferença guardem pouca correlação.

Para melhorar este aspecto os autores assumem condições de momento adicionais que podem ser testadas e propõem a estimação conjunta da equação em nível instrumentalizada pela defasagem das diferenças, gerando o estimador System GMM. Este procedimento econométrico consiste em um sistema que estima a equação dinâmica da função de produção em primeira diferença instrumentalizada pelas defasagens em nível e a função de produção especificada em nível instrumentalizada pelas diferenças defasadas das variáveis. Os autores mostram por meio de simulações que o System GMM aumenta o nível de significância dos coeficientes estimados e gera estimativas de retorno de escala mais plausíveis.

Um aspecto relevante deste procedimento é que ele aumenta o conjunto de informações utilizado na instrumentalização por supor condições de momento adicionais, sendo que sua adequabilidade depende da validade de tais condições. A esse respeito, para que a defasagem das variáveis sejam adequadas para instrumentalizar a equação em diferenças, é necessário assumir que trabalho, capital e valor adicionado ( $x_{it} = (n_{it}, k_{it}, q_{it})$ ) sejam ortogonais em relação a primeira diferença do termo de erro ( $\Delta w_{it}$ ), o que gera as seguintes condições de momento

$$E[x_{i,t-s}\Delta w_{it}] = 0 \quad (16)$$

para  $s \geq 2$  quando  $w_{it} \sim MA(0)$  e para  $s \geq 3$  quando  $w_{it} \sim MA(1)$ . Estas condições de momento permitem o uso do nível das variáveis defasadas como instrumentos para a especificação da função de produção, cuja primeira diferença foi retirada para eliminar o efeito fixo (BLUNDELL; BOND, 1998).

Para garantir a adequabilidade deste procedimento, os testes de Sargan e de Hansen devem ser realizados. Ambos testes possuem a hipótese nula de que estas condições de momento são válidas e que, portanto, os instrumentos são adequados. A diferença entre os testes é que o teste de Sargan não é robusto e não é enfraquecido pelo uso de muitos instrumentos, enquanto que o Hansen é robusto, mas é enfraquecido nos casos em que há muitos instrumentos. Tais características dos testes tornam interessante o emprego de ambos para verificação da adequabilidade destas condições de momento assumidas.

As condições assumidas até o momento garantem a instrumentalização da equação em primeiras diferenças somente, necessárias para possibilitar a estimação por meio do GMM. Para que o System GMM possa ser utilizado, é necessário assumir hipóteses adicionais. Considerando agora que a diferença das variáveis trabalho, capital e valor adicionado sejam ortogonais

em relação a  $w_{it}$  e em relação ao efeito fixo ( $\eta_i^* = \eta_i(1 - \rho)$ ), temos então as seguintes condições adicionais de momento

$$E[\Delta x_{it}(\eta_i^* + w_{it})] = 0 \quad (17)$$

para  $s = 1$  quando  $w_{it} \sim MA(0)$  e para  $s = 2$  quando  $w_{it} \sim MA(1)$ . Isto permite que as primeiras diferenças defasadas das variáveis possam ser utilizadas como instrumentos para as equações em nível. Considerando a validade destas condições de momento, o System GMM é mais eficiente por aumentar o conjunto de informações utilizado.

Estas condições de momento assumidas para que a equação em nível possa ser instrumentalizada pelas defasagens das primeiras diferenças das variáveis são testadas pelo Sargan em diferenças (D-Sargan) e pelo Hansen em diferenças (D-Hansen). Da mesma forma que os testes Sargan e Hansen, o Hansen em diferença é enfraquecido por muitos instrumentos mas é robusto, enquanto que o Sargan em diferença não é enfraquecido por muitos instrumentos mas não é robusto.

Há ainda um importante aspecto a ser considerado no que se refere aos principais testes que esta abordagem exige. Considerando que o termo de erro  $e_{it}$  não tenha correlação serial,  $\Delta e_{it}$  será uma média móvel de primeira ordem ( $MA(1)$ ). Isto não gera um problema, já que os estimadores GMM permanecem consistentes nesta situação. Caso haja correlação serial em  $e_{it}$ ,  $\Delta e_{it}$  será uma média móvel de segunda ordem ( $MA(2)$ ), o que impede o uso de  $q_{i,t-2}$  como instrumento, uma vez que este guarda relação com o resíduo neste caso. Por isso, é necessária a realização do teste de autocorrelação serial do resíduo de primeira e de segunda ordem ( $AR(1)$  e  $AR(2)$ ), que possuem como hipótese nula a não existência de correlação serial. Como o teste é realizado sobre  $\Delta e_{it}$ , é esperado que esta hipótese seja rejeitada para  $AR(1)$  e não rejeitada para  $AR(2)$ . Caso a hipótese também seja rejeitada em  $AR(2)$ , isto representa presença de correlação serial em  $e_{it}$ , o que impede o uso de  $q_{i,t-2}$  como instrumento.

Dessa forma, tendo sido realizada a estimação dos parâmetros, deve-se observar o teste do fator comum, os testes Sargan e Hansen e suas diferenças e o teste de autocorrelação serial do resíduo  $AR(2)$ . Considerando que os testes indiquem que o procedimento de estimação utilizado foi adequado, o emprego do System GMM permite obtenção de estimativas não viesadas das elasticidades dos fatores de produção. A estimativa do coeficiente do trabalho obtida desta forma e dividida pela contribuição deste insumo na produção gera estimativas de *mark up*, conforme proposto por [Loecker e Warzynski \(2009\)](#) e exposto em (12).

O estudo dos retornos de escala auxilia a comparação dos resultados obtidos por meio

desta metodologia com os resultados obtidos por meio da análise do resíduo de Solow. A forma utilizada para obter inferências a este respeito é descrita na sequência.

### 2.3.2 Retornos de escala

Há diferentes formas de se obter inferências acerca da hipótese de retornos constantes de escala. No presente estudo, é feito uso de um estudo que parte da estimação via System GMM da função de produção. Para isso, a função de produção é rearranjada da seguinte forma

$$\begin{aligned}
 q_{it} &= \beta^n n_{it} + \beta^k k_{it} + \eta_i + v_{it} \\
 q_{it} &= \beta^n n_{it} + \beta^k k_{it} + (1 - \beta^k) - (1 - \beta^k) + \eta_i + v_{it} \\
 q_{it} &= \beta^n n_{it} + (1 - \beta^k)k_{it} + (\beta^n + \beta^k - 1)k_{it} - (1 - \beta^k) + \eta_i + v_{it} \\
 q_{it} - k_{it} &= \beta^n (n_{it} - k_{it}) + (\beta^n + \beta^k - 1)k_{it} + \eta_i + v_{it}
 \end{aligned} \tag{18}$$

Considerando que o termo de erro possa apresentar persistência, ou seja, que  $v_{it} = \rho v_{it-1} + e_{it}$  e  $e_{it} \sim MA(0)$ , podemos modificar a relação exposta em (18) de forma análoga à realizada para se obter a especificação dinâmica da função de produção, chegando à seguinte especificação

$$\begin{aligned}
 q_{it} - k_{it} &= \beta^n (n_{it} - k_{it}) - \rho \beta^n (n_{it-1} - k_{it-1}) + (\beta^n + \beta^k - 1)k_{it} \\
 &\quad - \rho(\beta^n + \beta^k - 1)k_{it-1} + \rho(q_{it-1} - k_{it-1}) + n_i^* + e_{it}
 \end{aligned} \tag{19}$$

ou

$$q_{it} - k_{it} = \pi_1 (n_{it} - k_{it}) + \pi_2 (n_{it-1} - k_{it-1}) + \pi_3 k_{it} + \pi_4 k_{it-1} + \pi_5 (q_{it-1} - k_{it-1}) + n_i^* + e_{it} \tag{20}$$

que está sujeita às restrições não lineares  $\pi_2 = -\pi_1 \pi_5$  e  $\pi_4 = -\pi_3 \pi_5$ . De maneira análoga à estimação da função de produção, estas restrições podem ser testadas pelos fatores comuns. Neste caso, ao testarmos a restrição  $\pi_4 = -\pi_3 \pi_5$  está sendo indiretamente testada a hipótese de que os coeficientes  $\beta^n$  e  $\beta^k$  somam a unidade, como é possível observar ao comparar as equações (19) e (20). Esta é justamente a hipótese de retornos constantes de escala, de forma que o teste desta restrição pode ser interpretado como um teste cuja hipótese nula é de retornos constantes de escala, o que será utilizado para verificação desta hipótese.

Tendo sido abordados os principais aspectos das metodologias utilizadas no presente trabalho, a seção seguinte faz uma breve discussão sobre os principais trabalhos que envolvem a estimação do *mark up* da indústria brasileira para identificar como a presente pesquisa pode

contribuir para o entendimento de seu funcionamento.

## 2.4 Estudos sobre o *mark up* da indústria brasileira

A relação observável entre preço e custo deixou de ser considerada uma boa forma de estimar o *mark up* com o avanço da teoria econômica. Com isso, metodologias mais rigorosas foram elaboradas e se difundiram durante os anos 1980, período em que o ressurgimento da pesquisa empírica teve destaque na literatura internacional de Organização Industrial. A aplicação de tais metodologias nas pesquisas brasileiras, contudo, ocorreu somente em períodos mais recentes. Especificamente sobre a metodologia desenvolvida por Hall (1986), sua aplicação à indústria brasileira ocorreu nos anos 2000, em Ferreira e Guillén (2004) e, mais recentemente, em Clezar et al. (2010). Ambos trabalhos empregam uma extensão da metodologia que permite dar maior enfoque à análise da produtividade, bem como à forma pela qual mudanças estruturais afetam esta variável. Com isso, a estimação do *mark up* por meio desta metodologia para a análise de aspectos concorrencias da indústria nacional possui aspecto secundário nestes estudos.

Uma questão importante que deve ser ressaltada sobre estes estudos é que o procedimento econométrico utilizado em ambos é o de mínimos quadrados ordinários. Conforme explicado na revisão de literatura, este é um dos principais aspectos relacionados à especificação proposta por Hall (1986), sendo necessário o uso de variáveis instrumentais para correção do viés de endogeneidade. Contudo, os autores afirmam que os testes empregados apontam que não há diferença significativa entre os coeficientes estimados por meio de mínimos quadrados e os coeficientes obtidos por meio do uso de variáveis instrumentais. Este aspecto encontrado sobre os estudos desta área aplicados à indústria brasileira torna interessante a análise da correção do viés de endogeneidade por meio do uso de variáveis instrumentais, uma vez que significativas alterações no *mark up* calculado com o emprego deste ferramental econométrico indicam que as estimativas de *mark up* presentes em tais trabalhos devem ser viesadas.

Há ainda alguns aspectos relevantes especificamente sobre o trabalho de Ferreira e Guillén (2004) que devem ser destacados, principalmente pelo fato de os autores terem encontrado resultados divergentes em relação ao que a literatura indicava até o momento. O estudo faz uso da metodologia de análise do resíduo de Solow para avaliar mudanças na produtividade e suas relações com aspectos concorrenciais decorrentes das reformas promotoras de liberalização econômica e da abertura comercial na economia brasileira ocorridos na década de 1990.

A esse respeito, considera-se usualmente que a abertura comercial e a liberalização econômica devem reduzir o *mark up* por aumentarem a exposição das empresas à competição internacional.

Apesar da importância que este aspecto possui, os principais estudos avançaram analisando principalmente os impactos da abertura comercial e da liberalização econômica sobre a produtividade, sendo a concorrência observada como um canal que gera mudanças nesta variável apenas em alguns estudos. A esse respeito, há consenso na literatura nacional de que as reformas promoveram aumento da produtividade do setor industrial, como é possível observar em [Pereira e Carvalho \(1998\)](#), [Moreira \(1999\)](#), [Ferreira e Junior \(2001\)](#), [Muendler \(2004\)](#) e [Ferreira e Guillén \(2004\)](#).

Sobre os trabalhos que abordam as causas do aumento da produtividade, destaca-se [Muendler \(2004\)](#). O autor aponta o aumento da competição como o principal fator promotor deste comportamento e cita também o conseqüente aumento da probabilidade de fechamento de firmas menos eficientes como causa deste evento. O estudo aponta também que o uso de insumos importados, apesar de atuar no mesmo sentido, teve papel menos relevante. Apesar de abordar as causas do aumento de produtividade e de incluir a competição em sua análise, o autor não estimou medidas relacionadas à concorrência para evidenciar essa relação, justificando o aumento de produtividade pela pressão competitiva que a abertura comercial gerou sem utilizar o *mark up* em sua análise.

A respeito das estimativas de *mark up* dentro deste contexto, destacam-se os trabalhos de [Pereira e Carvalho \(1998\)](#) e [Moreira \(1999\)](#). Ambos trabalhos encontram redução da relação entre preço e custo marginal com o processo de abertura comercial. Contudo, as estimativas de *mark up* foram obtidas por meio da relação entre preço, custos observados e coeficientes técnicos, o que não é adequado.

Por meio da análise dos estudos mencionados, é possível observar que os trabalhos que abordam este tema não incorporam o *mark up* na análise ou o incorporaram de forma inadequada, apesar de usualmente o aumento da concorrência ser considerado o principal fator promotor do aumento da produtividade nos anos 1990.

Diferente destes trabalhos, [Ferreira e Guillén \(2004\)](#) incorporam as estimativas do *mark up* por meio da análise do resíduo de Solow neste contexto. Os autores utilizam tais estimativas como forma de mensurar o papel da concorrência nas mudanças observadas na produtividade da indústria brasileira com a implementação das reformas.

A respeito da produtividade, os resultados confirmaram as evidências apontadas até

então, sendo verificado seu aumento. Em relação aos aspectos concorrenciais, no entanto, não foram encontradas alterações significativas no *mark up* para a maior parte dos setores analisados. Com isso, os autores concluem que o papel da concorrência no aumento da produtividade é menor do que o usualmente considerado e afirmam que o uso de insumos mais modernos deve ser o principal canal de promoção de aumento da produtividade, ao contrário de [Muendler \(2004\)](#), que trata este efeito como secundário.

Dessa forma, [Ferreira e Guillén \(2004\)](#) encontraram resultados divergentes da literatura ao incluir estimativas do *mark up* em sua análise. Contudo, o viés de endogeneidade presente na especificação utilizada não é adequadamente tratado, o que torna interessante uma análise mais aprofundada sobre a influência deste aspecto nos resultados obtidos por meio da análise do resíduo de Solow, sendo esta uma das formas que o presente estudo pode gerar importantes constatações.

Assim, a revisão de literatura demonstra certa carência no que diz respeito a aplicação desta abordagem para análise de aspectos concorrenciais da indústria nacional. Como este tipo de estudo pode contribuir para a análise de avaliações de políticas promotoras de concorrência, como aponta [Radulescu \(2010\)](#), além de ser um importante ponto de partida para a análise de aspectos concorrenciais de setores específicos, sua importância é ainda maior. Destaca-se ainda que este tipo de abordagem que busca estimativas alternativas para o *mark up* das indústrias nacionais com o emprego do ferramental desenvolvido por [Loecker e Warzynski \(2009\)](#) é inédito na literatura nacional.

### 3 Metodologia

As estimativas da relação entre preço e custo marginal das indústrias brasileiras foram obtidas por meio do emprego de duas metodologias complementares: (1) análise do resíduo de Solow (conforme descrito na seção 2.2) e (2) análise das elasticidades da função de produção (conforme descrito na seção 2.3).

A primeira metodologia tem início com o teste de hipótese conjunta de concorrência perfeita e retornos constantes de escala. Partindo da propriedade de invarância do resíduo de Solow, que diz que este não deve ser influenciado pelas variações no emprego e no produto quando tais hipóteses são válidas, Hall (1986) propôs a verificação empírica desta relação por meio de uma regressão entre o resíduo de Solow e um instrumento que afeta o emprego e o trabalho. A hipótese conjunta não é válida caso seja encontrada relação positiva entre as variáveis na regressão, de forma que a significância dos coeficientes estimados será utilizada para a realização do teste.<sup>1</sup> Na sequência, são obtidas as estimativas do *mark up* por meio da análise do resíduo de Solow. Nesta etapa, a taxa de crescimento do produto é regredida pela taxa de crescimento do trabalho (ambas descontadas da taxa de crescimento do capital). O coeficiente obtido é dividido pela contribuição do trabalho no produto que é o resultado da divisão do valor utilizado neste insumo pelo valor agregado e provém diretamente dos dados. Os resultados sem o uso de variáveis instrumentais também serão analisados para comparação. Esta metodologia gera estimativas em nível industrial, forma mais desagregada de análise do presente trabalho. Com o objetivo de facilitar a compreensão dos resultados e sua comparação com os resultados observados na literatura, as indústrias são classificadas em setores, sendo realizada a análise dos resultados também neste nível.

Acerca da metodologia de estimação do *mark up* por meio das elasticidades dos fatores de produção, esta tem início com a busca por estimativas não viesadas dos parâmetros da função de produção. Para obtenção das estimativas da relação entre preço e custo marginal, o coeficiente do trabalho encontrado por meio deste procedimento é dividido pela contribuição do trabalho na produção, de forma análoga à metodologia de estimação por meio do resíduo de Solow. As elasticidades da função de produção não podem ser obtidas em nível industrial, uma vez que neste nível de agregação haveria amostra insuficiente para a estimação via painel dinâmico. Por isso, as estimativas desta etapa são realizadas para setores compostos por indústrias com atividades semelhantes. Esta etapa também fornece evidências sobre retornos

---

<sup>1</sup>A relação da hipótese testada com a relação positiva entre as variáveis por ser observada na equação (9).

de escala que serão utilizadas para auxiliar a compreensão dos resultados e para possibilitar a comparação entre os *mark ups* estimados por meio das duas metodologias.

Dessa forma, a análise deste trabalho tem início com o teste de hipótese de concorrência perfeita e retornos constantes de escala. Posteriormente, a relação entre preço e custo marginal é estimada por meio do resíduo de Solow. Na sequência, a função de produção é estimada para fornecer estimativas alternativas e evidências sobre retornos de escala.

A análise do resíduo de Solow possui como um dos principais aspectos o uso de variáveis instrumentais e, por isso, a discussão sobre os instrumentos a serem utilizados é realizada a seguir. Outra questão importante a ser tratada no que se refere ao estudo empírico realizado pela presente pesquisa é a forma como as indústrias são classificadas em setores, o que é abordado na sequência. A última seção sobre a metodologia empregada pelo presente trabalho trata da construção e das principais características da base de dados utilizada.

### **3.1 Escolha das variáveis instrumentais**

Conforme abordado na descrição da análise do resíduo de Solow, o instrumento a ser utilizado deve causar importantes variações no produto e no emprego e não ter correlação com os choques de produtividade. A busca pelas variáveis teve início por meio da revisão de literatura. [Hall \(1988\)](#) utilizou gastos militares, preço mundial do petróleo e partido do presidente norte-americano. Com exceção do preço mundial do petróleo, os instrumentos devem apresentar resultados especialmente na economia norte-americana, sendo sua adequabilidade para a indústria brasileira pouco provável. A respeito do preço mundial do petróleo, destaca-se o fato de esta indústria nacional ser alvo de interferência do governo, de forma que nem sempre variações no preço internacional do petróleo são refletidas na variação de preços internos. Assim, as variáveis instrumentais utilizadas pelo autor não parecem ser adequadas para a indústria brasileira.

Outro trabalho relevante que faz uso das variáveis instrumentais é [Charles e Perloff \(1993\)](#). Dentre as variáveis instrumentais utilizadas que podem ser empregadas também para a estimação no caso da indústria nacional, destaca-se o uso da oferta de moeda. O uso desta variável é justificado por ser esperado que ela não ocasione nem reflita movimentações na produtividade e poder causar importantes movimentações no produto e no emprego por gerar um estímulo à demanda. Indo além da revisão de literatura e buscando contribuir neste contexto, é possível considerar as operações de crédito ao setor privado para pessoas físicas como um



instrumento adequado sob justificativa semelhante a que indica o uso da oferta monetária. Esta variável deve gerar aumento de demanda e não deve ter relação com a produtividade.

Sobre a literatura nacional, o único trabalho encontrado que aborda a escolha de variáveis instrumentais para a aplicação desta metodologia é [Ferreira e Guillén \(2004\)](#). Apesar de os autores não utilizarem variáveis instrumentais em suas estimações por afirmarem não haver mudanças significativas nos resultados com o emprego destas, é possível encontrar no trabalho indicações sobre os instrumentos a serem utilizados. Destacam-se horas trabalhadas e taxa de câmbio. Acerca das horas trabalhadas, estas representam variação no trabalho empregado e, conseqüentemente, variação no produto. Há possibilidade de haver correlação desta variável com a produtividade, uma vez que a variável que está sendo instrumentalizada é a taxa de crescimento da relação trabalho/capital, sendo que é esperado que o emprego de insumos e a produtividade devam ser correlacionados. Como um dos objetivos do trabalho é justamente a análise das características dos instrumentos e de seus impactos nas estimativas, é interessante a análise desta variável.

A respeito da taxa de câmbio, ela é incluída pelo fato de a desvalorização da moeda representar um estímulo às exportações, o que deve impactar o emprego e o produto. A possibilidade de haver relação desta variável com a produtividade existe, uma vez que um câmbio mais forte representa viabilidade de importação de tecnologias mais produtivas. Contudo, esta relação não deve ocorrer no curto prazo, havendo um período de maturação dos investimentos na importação de ativos mais produtivos, o que permite o uso desta variável como instrumento.

Dessa forma, as variáveis candidatas a instrumento encontradas na literatura são oferta de moeda, horas trabalhadas e taxa de câmbio. Será também avaliada a possibilidade do uso de operações de crédito ao setor privado para pessoas físicas sob justificativa semelhante à dada para o uso da oferta de moeda e como forma de buscar novas opções para este tipo de abordagem.

### **3.2 Definição dos setores**

O agrupamento das indústrias em setores é feito para que seja possível a estimação da função de produção, já que as indústrias individualmente possuem poucas observações para o emprego do ferramental econométrico escolhido. O agrupamento também possui como objetivo auxiliar a compreensão dos resultados e facilitar a comparação com os encontrados na literatura.

A base de dados utilizada provém da Pesquisa Industrial Anual - Empresa (PIA - Em-

presa) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Os dados presentes nesta pesquisa são classificados de acordo com a Classificação Nacional das Atividades Econômicas (CNAE 1.0). O setor industrial considerado no presente trabalho engloba desde a indústria 10.0 (extração de carvão mineral) até a indústria 37.2 (reciclagem de sucatas não-metálicas), considerando as indústrias de atividade extrativista e de transformação. A relação de todas as indústrias consideradas e seus respectivos códigos podem ser observados em anexo.

A diversidade existente entre os tipos de atividades das indústrias presentes na PIA gera a necessidade do estabelecimento de critérios de agrupamento. Na CNAE, os dois primeiros algarismos englobam indústrias com atividades semelhantes, o que serviu como critério principal para a definição dos setores a serem analisados no presente estudo. Esta classificação foi suficiente para a formação de um setor no caso das indústrias alimentícias, grupo que é composto pelas indústrias cujos códigos iniciam com 15. Este critério, no entanto, gerou alguns grupos com pequeno número de indústrias.<sup>2</sup>

Para solucionar este problema, um segundo critério foi empregado para estas indústrias que possuem poucas observações mesmo quando agrupadas em setores. Nos casos em que os agrupamentos realizados pelo primeiro critério resultaram em grupos com cinco indústrias ou mais, tais grupos foram classificados como um setor. Para os casos em que o agrupamento resultou em um número inferior de indústrias, foi analisado se tais indústrias possuem atividades semelhantes a alguns dos setores já definidos pelo primeiro critério. As características levadas em conta são o tipo de atividade realizada e o uso dos bens produzidos. Como ainda assim restaram grupos com poucas observações, estes foram classificados em um grupo denominado outros. Este grupo não gerará resultados de interesse analítico por abrigar indústrias de atividades diversas.

A adoção de tais critérios gerou onze setores além do grupo composto pelas indústrias classificadas em outros. O número de indústrias em cada setor varia entre seis e doze, como é possível observar na tabela (1), que também descreve o código das indústrias que compõem cada setor.

O setor definido como alimentos, por exemplo, foi um dos casos em que a própria classificação realizada pela CNAE resultou na definição do setor, com indústrias entre os dígitos 15.1 (abate e preparação de produtos de carne e de pescado) e 15.9 (fabricação de bebidas).

---

<sup>2</sup>Utilizando este critério, diversos grupos permaneceram com poucas observações, como as indústrias entre as classificações 18.1 e 19.3, por exemplo. Nestes casos, a separação somente por este critério geraria setores com no máximo três indústrias. Sendo o período da amostra 12 anos, isso representaria 36 observações, uma quantidade ainda baixa para estimação em painel dinâmico.

Tabela 1: Lista dos setores definidos.

Setor	Nº Indústrias	Código das Indústrias (CNAE 1.0 três dígitos)
Extrativista	6	10.0; 11.2; 13.1; 13.2; 14.1; 14.2
Alimentos	9	15.1; 15.2; 15.3; 15.4; 15.5; 15.6; 15.7; 15.8; 15.9
Têxtil	12	17.1; 17.2; 17.3; 17.4; 17.5; 17.6; 17.7; 18.1; 18.2; 19.1; 19.2; 19.3
Florestal	6	20.1; 20.2; 21.1; 21.2; 21.3; 21.4
Química	9	24.1; 24.2; 24.3; 24.4; 24.5; 24.6; 24.7; 24.8; 24.9
Minerais não metálicos	5	26.1; 26.2; 26.3; 26.4; 26.9
Metalurgia básica	10	27.1; 27.2; 27.3; 27.4; 27.5; 28.1; 28.2; 28.3; 28.4; 28.9
Máquinas e equipamentos	8	29.1; 29.2; 29.3; 29.4; 29.5; 29.6; 29.7; 29.8
Eletr eletrônico	12	30.1; 30.2; 31.1; 31.2; 31.3; 31.4; 31.5; 31.6; 31.9; 32.1; 32.2; 32.3
Equipamentos gerais	5	33.1; 33.2; 33.3; 33.4; 33.5
Veículos automotores	9	34.1; 34.2; 34.3; 34.4; 34.5; 35.1; 35.2; 35.3; 35.9
Outros	13	16.0; 22.1; 22.2; 22.3; 23.1; 23.2; 23.4; 25.1; 25.2; 36.1; 36.9; 37.1; 37.2

Fonte: Elaborado pelos autores com dados da PIA.

Já o setor têxtil foi um dos casos em que o critério adicional foi empregado. Neste caso, as indústrias entre os códigos 17.1 (beneficiamento de fibras têxteis naturais) e 17.7 (fabricação de tecidos e artigos de malha) tiveram a adição das indústrias classificadas entre os códigos 18 e 19, cujas indústrias produzem artigos de vestuário e calçados. O grupo de indústrias de código 22 (edição, impressão e reprodução de gravações) é um exemplo de indústrias incorporadas no grupo outros por apresentar poucas observações e por não formar grupos com amostra suficientemente grande de indústrias com atividades ou produtos semelhantes.

Com as indústrias classificadas em setores, a etapa seguinte no que se refere à organização da base de dados é a descrição dos dados utilizados. A seguir, é apresentada a construção e os principais aspectos das séries valor adicionado, trabalho e capital. Também são descritas as variáveis a serem utilizadas como instrumento na análise do resíduo de Solow (oferta monetária, horas trabalhadas, taxa de câmbio e operações de crédito ao setor privado para pessoas físicas).

### 3.3 Base de dados

Os dados utilizados no presente estudo provém da PIA-Empresa com exceção dos instrumentos a serem utilizados na análise do resíduo de Solow. Foram consideradas as indústrias

classificadas como extração e transformação, o que totalizou 104 indústrias.<sup>3</sup>

O período analisado vai de 1996 a 2007. Para os anos de 2008 e 2009, foram realizadas alterações na classificação das indústrias, sendo que a CNAE 2.0 passou a ser utilizada no lugar da CNAE 1.0. Com isso, algumas indústrias que existiam na amostra que abrange o período entre 1996 e 2007 deixaram de existir em 2008 e 2009. Há correspondência de parte das indústrias entre as duas classificações metodológicas distintas, porém a tentativa de incluir todos os dados em somente uma amostra implicaria em redução das observações. Por isso, foi decidido pela realização das estimativas somente para o período entre 1996 e 2007.

Busca-se obter séries para valor agregado, trabalho e capital. Valor agregado e trabalho possuem *proxys* facilmente encontradas na pesquisa. Já para o capital foram consideradas formas alternativas de obtenção das *proxys*, uma vez que esta série é de mais difícil obtenção e abre mais espaço para divergências.

Para o valor adicionado, foi utilizado o "Valor da Transformação Industrial" dividido pelo número de firmas de cada indústria. Sendo  $Q_{it}$  o valor da transformação industrial das firmas da atividade  $i$  no ano  $t$  e  $F_{it}$  o número de firmas da atividade  $i$  no ano  $t$ , a *proxy* para o valor adicionado médio por firma ( $q_{it}$ ) é dada por

$$q_{it} = \frac{Q_{it}}{F_{it}} \quad (21)$$

O número de observações, a média, o desvio padrão e os valores máximo e mínimo do valor adicionado médio entre 1996 e 2007 por cada setor podem ser observados na tabela (11) em anexo. Observando a média dos valores agregados pelas firmas de cada setor é possível notar que os grupos extrativista, veículos automotores e outros apresentam valores bastante superiores aos demais grupos. O fato de o desvio padrão e os valores máximos destes grupos também serem elevados indica a presença de algumas indústrias específicas dentro de tais grupos que elevam esta média, o que não caracteriza que o grupo como um todo agrega mais valor. Ao observar os dados em nível industrial, é possível notar que de fato há a presença de algumas indústrias com valor agregado médio por firma bastante superior aos valores das demais indústrias. É o caso das indústrias fabricação de produtos derivados do petróleo (23.2) do grupo outros, fabricação de automóveis, caminhonetas e utilitários (34.1) e fabricação de caminhões

---

<sup>3</sup>Algumas indústrias de transformação passaram a fazer parte da amostra apenas a partir de 2003, não havendo dados para os anos anteriores e, por isso, não foram consideradas. É o caso das indústrias cujos códigos são 28.8, 29.9, 31.8, 32.9 e 33.9. Também foram retiradas da amostra as indústrias 11.1 e 23.3 pelas poucas observações disponíveis.

e ônibus (34.2) do setor veículos automotores e extração de minério de ferro (13.1) do setor extrativista.

A distribuição da média do valor adicionado por firma de cada setor entre 1996 e 2007 pode ser observada na figura (1), na qual são representados os menores valores, o 1ª quartil, a mediana, o 3ª quartil, os maiores valores e os valores que extrapolam a distribuição. Valores muito distantes da média foram retirados para não comprometer a visualização do gráfico. É o caso das quatro indústrias citadas no parágrafo anterior e da indústria fabricação de celulose e outras pastas para fabricação de papel (21.1) do setor florestal.<sup>4</sup>

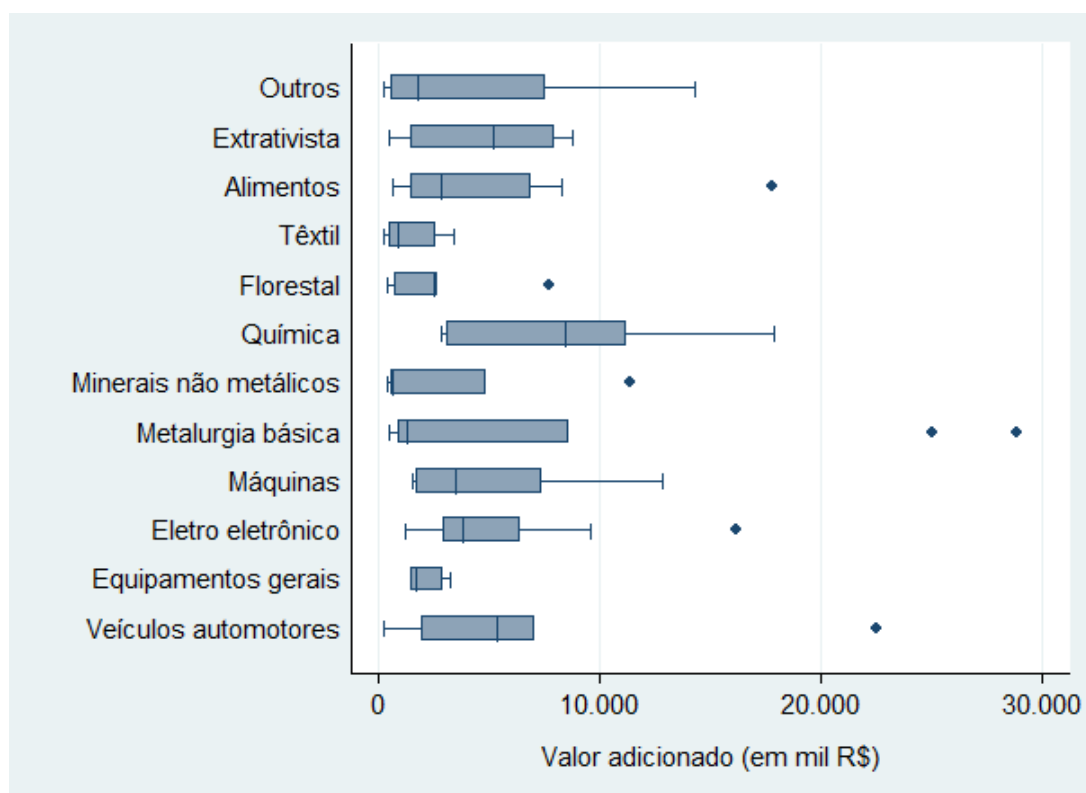


Figura 1: Média entre os anos de 1996 e 2007 do valor adicionado por firma.

Fonte: Elaborado pelos autores com dados da PIA.

Alguns aspectos referentes ao valor adicionado se destacam com a exposição dos dados realizada até o momento. A respeito do setor de veículos automotores, que teve segundo maior valor adicionado médio entre os setores, ele é caracterizado por uma distribuição heterogênea entre as indústrias, com três indústrias com altos valores adicionados (duas não expostas no gráfico e uma que extrapola a distribuição) e o restante com valores relativamente baixos. Esta característica esteve presente também entre as indústrias dos setores de metalurgia básica

<sup>4</sup>Estas indústrias não estão presentes no gráfico apenas para não comprometer sua visualização, permanecendo presentes na amostra utilizada no restante do trabalho. O valor adicionado por tais indústrias podem ser observados em tabela em anexo.

e florestal. Já os setores alimentos, extrativista, minerais não metálicos e eletro eletrônico apresentam distribuição semelhante, porém com apenas uma indústria com valor adicionado que extrapola a distribuição.

Os demais setores possuem distribuição do valor agregado mais homogênea. Dos setores com esta característica, equipamentos gerais e têxtil apresentam valor agregado reduzido em relação aos demais setores. Química destaca-se como o setor que possui indústrias relativamente homogêneas e que agregam alto valor à produção. Já máquinas e equipamentos agregam um valor relativamente menor, mas também possui distribuição mais homogênea em relação aos demais setores da amostra.

A maior parte da amostra é composta por indústrias que agregam até R\$ 10 milhões, com apenas cerca de 10% das indústrias com valor agregado superior a este valor.

Para a construção da série trabalho foi utilizado o número de trabalhadores médio por firma multiplicado pela jornada média de trabalho de 2.112 horas/homem por ano, o que impõe uma restrição bastante relevante, uma vez que é considerado que todos os setores têm a mesma jornada de trabalho, a qual é invariante no tempo. Dessa forma, sendo  $N_{it}$  a série "Pessoal ocupado em 31.12" da atividade  $i$  ano ano  $t$  disponível na PIA e  $F_{it}$  o número de firmas, a *proxy* para o trabalho empregado na indústria brasileira é dada por:

$$n_{it} = \frac{N_{it}}{F_{it}} * 2.112 \quad (22)$$

O número de observações, a média, o desvio padrão e os valores máximo e mínimo do trabalho empregado médio entre 1996 e 2007 por cada setor podem ser observados na tabela (13) em anexo. Os dados da tabela mostram que o setor veículos automotores apresenta média, desvio padrão e valores máximos bastante superiores aos demais grupos. Da mesma forma que para o valor agregado, as indústrias componentes destes grupos responsáveis por tais características foram fabricação de automóveis, caminhonetes e utilitários (34.1) e fabricação de caminhões e ônibus (34.2).

A distribuição da média do trabalho empregado por cada indústria entre 1996 e 2007 pode ser observada na figura (2). Valores muito distantes da média foram retirados para não comprometer a visualização do gráfico, o que é o caso das duas indústrias citadas no parágrafo anterior e das indústrias fabricação e refino de açúcar (15.6) do setor de alimentos e produção de álcool (23.4) do grupo outros.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup>Assim como procedido para o valor adicionado, estas indústrias não estão presentes no gráfico apenas para

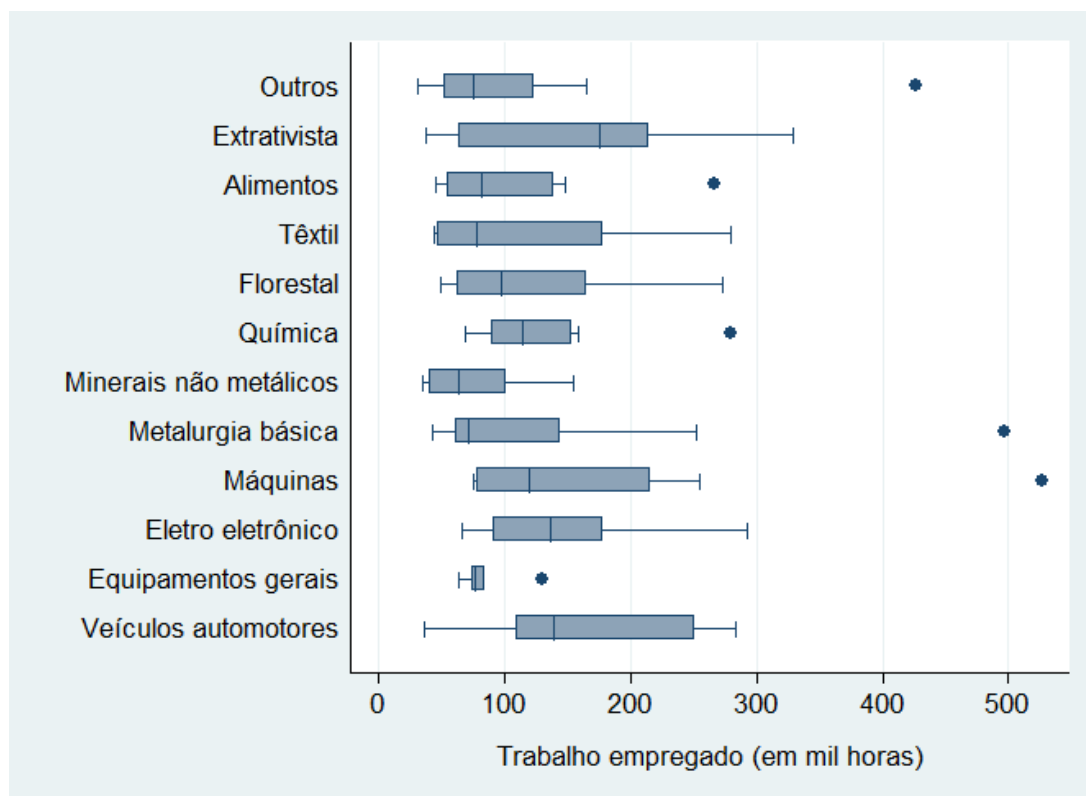


Figura 2: Média entre os anos de 1996 e 2007 do trabalho empregado por firma.

Fonte: Elaborado pelos autores com dados da PIA.

Sobre o trabalho empregado, alimentos, veículos automotores e outros apresentam duas indústrias com quantidade de trabalho empregado médio por firma muito superiores às demais. Já equipamentos gerais, metalurgia básica, máquinas e química apresentam apenas uma indústria com valores que extrapolam a distribuição. O restante dos setores possuem indústrias com distribuição mais homogênea no que se refere ao trabalho utilizado.

A maior parte dos setores é composto por indústrias que utilizam entre 50 e 300 mil horas de trabalho por firma por ano, o que representa o emprego médio de 25 a 150 trabalhadores por firma, considerando a jornada de 2.112 horas por trabalhador a cada ano. Desta forma, no que se refere ao trabalho utilizado, a amostra é caracterizada por uma distribuição relativamente homogênea, com poucas indústrias com utilização do trabalho distinta das demais.

A série capital merece maior atenção pelo fato de não haver uma *proxy* cuja justificativa para o uso seja evidente, diferente dos casos do trabalho e do valor adicionado. O presente trabalho faz uso do método do estoque perpétuo, que considera um estoque de capital para o primeiro ano da amostra, acrescentando investimentos e retirando uma taxa de depreciação

---

não comprometer a visualização, permanecendo presentes na amostra utilizada no restante do trabalho. Estes dados podem ser observados em tabela em anexo.

fixa para gerar os valores da série para os anos restantes. Dessa forma, tendo o estoque de capital de 1996 calculado, é descontada uma taxa de 5% referente à depreciação, somando-se o valor médio por firma investido em aquisições e melhorias do ativo imobilizado, ambas séries disponíveis na PIA - Empresa.

Para a construção do estoque de capital para o ano inicial foram consideradas três metodologias alternativas. Foram consideradas as principais características das séries obtidas para a escolha de qual série utilizar.

O primeiro caminho considerado foi a utilização das PIAs anteriores à 1996. Em tais levantamentos, o faturamento observado era divulgado e poderia ser utilizado como estoque de capital do ano de 1995, de forma que a soma dos investimentos descontados pela depreciação forneceria o valor do capital utilizado em 1996, primeiro ano da amostra. Esta alternativa se mostrou inviável pelo mesmo motivo que fez com que o período de análise se limitasse entre 1996 e 2007. Nos anos anteriores, a classificação das indústrias era diferente, de forma que a tentativa de correspondência entre as distintas classificações implicaria em considerável redução da amostra.<sup>6</sup>

O segundo caminho para construção do estoque de capital do ano inicial da série parte da hipótese de que em 1980 o estoque de capital era nulo. Considera-se então a média entre o investimento dos anos de 1996 e 1997, integrando-a a partir de 1980 até 1996, chegando-se dessa forma ao valor do estoque de capital neste ano. Este procedimento parte da suposição de que o investimento anterior a este período era constante dado pela média calculada para os anos de 1996 e 1997. O problema com o emprego desta metodologia foi que o valor obtido para a média do investimento foi negativo para algumas indústrias, o que gerou estoque de capital negativo nestes casos. Como alternativa, foi expandida a média do investimento dos dois primeiros anos do período analisado para os primeiros quatro anos, ou seja, foi feita a média para os anos de 1996, 1997, 1998 e 1999. O problema com valores negativos foi resolvido, porém ainda assim foram obtidos valores muito próximos de zero. Com esta metodologia, um dos setores apresentou capital médio entre 1996 e 2007 equivalente a R\$ 5, o que não faz sentido prático.

O procedimento que gerou estoque de capital com valores menos dispersos e com mais sentido do ponto de vista prático segue o utilizado em Garcia (2003). A primeira etapa para ob-

---

<sup>6</sup>A respeito desta possibilidade, Marc-Andreas Muendler possui um artigo sobre a relação entre as PIAs anteriores e posteriores a 1996 disponível em: <http://econ.ucsd.edu/muendler/docs/brazil/brsecdef.pdf>. Os problemas enfrentados para encontrar relação entre as pesquisas são relatados e aumentam conforme o período estudado aumenta, de forma que esta alternativa se mostrou inviável para o presente estudo.



tenção do estoque de capital é o cálculo dos coeficientes da distribuição funcional da renda. O coeficiente do trabalho ( $\alpha_{it}^n$ ) foi obtido dividindo a massa total de salários e remunerações, incluídos encargos sociais, pelo valor adicionado. Os coeficientes do trabalho calculados desta forma foram utilizados como a participação do trabalho no produto para a obtenção das estimativas do *mark up* tanto na metodologia de análise do resíduo de Solow quanto na metodologia que parte da função de produção. O coeficiente do capital ( $\alpha_{it}^k$ ) é o complementar do coeficiente do trabalho. A média do coeficiente do capital e do trabalho entre os anos de 1996 e 2007 calculada para cada setor pode ser observada na tabela (2).

Tabela 2: Média e desvio padrão dos coeficientes do capital e trabalho entre 1996 e 2007.

Setor	Trabalho ( $\alpha_{it}^n$ )		Capital ( $\alpha_{it}^k$ )	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Outros	0,382	0,147	0,618	0,147
Extrativista	0,383	0,174	0,617	0,174
Alimentos	0,299	0,088	0,701	0,088
Têxtil	0,497	0,090	0,503	0,090
Florestal	0,351	0,111	0,649	0,111
Química	0,330	0,088	0,670	0,088
Minerais não metálicos	0,397	0,136	0,603	0,136
Metalurgia básica	0,422	0,136	0,578	0,136
Máquinas e equipamentos	0,481	0,102	0,519	0,102
Eletrônico	0,441	0,149	0,559	0,149
Equipamentos gerais	0,441	0,105	0,559	0,105
Veículos automotores	0,480	0,149	0,520	0,149

Fonte: Elaborado pelos autores com dados da PIA.

Partindo então de tais valores da distribuição funcional da renda e supondo a função de produção Cobb-Douglas, foi estimado o estoque de capital no ano base 1996 partindo das seguintes relações

$$q_{it} = F(A_i, k_{it}, n_{it}) = k_{it}^{\alpha_i^k} (A_i * n_{it})^{(1-\alpha_i^k)} \quad (23)$$

$$k_{it} = \frac{(q_{it})^{\frac{1}{\alpha_i^k}}}{(A_i * n_{it})^{\frac{1-\alpha_i^k}{\alpha_i^k}}} \quad (24)$$

sendo  $0 < \alpha_{it}^k < 1$  e  $A_i = \frac{W_{it}}{n_{it}}$ .  $W_{it}$  é o valor aplicado em trabalho (a soma das séries "salários, retiradas e outras remunerações" com "encargos sociais e trabalhistas, indenizações e benefícios", ambas disponíveis na PIA).  $q_{it}$  é o valor adicionado por firma e  $n_{it}$  é o trabalho empregado por firma, ambas séries descritas anteriormente. Dessa forma, o estoque de capital é estimado a

partir de valores conhecidos: o valor agregado, o custo total da mão-de-obra e o número médio de empregados por ano. Com o estoque de capital calculado, foram somados os investimentos e descontados a depreciação, conforme descrito anteriormente, chegando-se assim à série de capital utilizada.

Este procedimento gerou valores mais plausíveis para o investimento médio das indústrias entre os anos de 1996 e 2007. O número de observações, a média, o desvio padrão e os valores máximo e mínimo da variável capital entre 1996 e 2007 de cada setor podem ser observados na tabela (15) em anexo. Os setores extrativista, florestal, metalurgia básica, máquinas e equipamentos, veículos automotores e outros apresentam valores máximos muito superiores aos demais. Isto se deve ao fato de as indústrias extração de minério de ferro (13.1) do setor extrativista, fabricação de celulose e outras pastas para a fabricação de papel (21.1) do setor florestal, fabricação de produtos derivados do petróleo (23.2) do grupo outros, produção de ferro-gusa e de ferroligas (27.1) do setor metalurgia básica, fabricação de automóveis, caminhonetas e utilitários (34.1) e fabricação de caminhões e ônibus (34.2) do setor veículos automotores e fabricação de armas, munições e equipamentos militares (29.7) de máquinas e equipamentos apresentam valores bastante superiores às demais indústrias.

A distribuição da média do capital empregado por cada indústria entre 1996 e 2007, desconsiderando os valores das indústrias com valores muito distantes da média citadas no parágrafo anterior, pode ser observada no gráfico (3).<sup>7</sup> O fato de haver maior número de indústrias excluídas da exposição gráfica e a própria observação do gráfico revela que a distribuição desta variável é menos homogênea do que a distribuição observada nos casos do valor agregado e do trabalho.

O gráfico evidencia que as indústrias têxteis utilizam pouco capital, sendo que a indústria de menor capital de toda amostra é confecção de artigos de vestuário (18.1). As indústrias deste setor possuem em média por ano R\$ 781 mil empregados em capital. Outros setores que apresentaram baixo valor de capital foram alimentos e florestal. Já algumas indústrias dos grupos metalurgia básica, veículos automotores e outros possuem alto valor de capital.

Por fim, a respeito das variáveis instrumentais a serem utilizadas na análise do resíduo de Solow, estas séries possuem as seguintes fontes: para a oferta de moeda, foi utilizada a série "Papel moeda em poder público" disponibilizada pelo Banco Cenral; para as operações de

---

<sup>7</sup>Assim como procedido para o valor adicionado e para o trabalho, estas indústrias não estão presentes no gráfico apenas para não comprometer a visualização, permanecendo presentes na amostra utilizada no restante do trabalho. Estes dados podem ser observados em tabela em anexo.

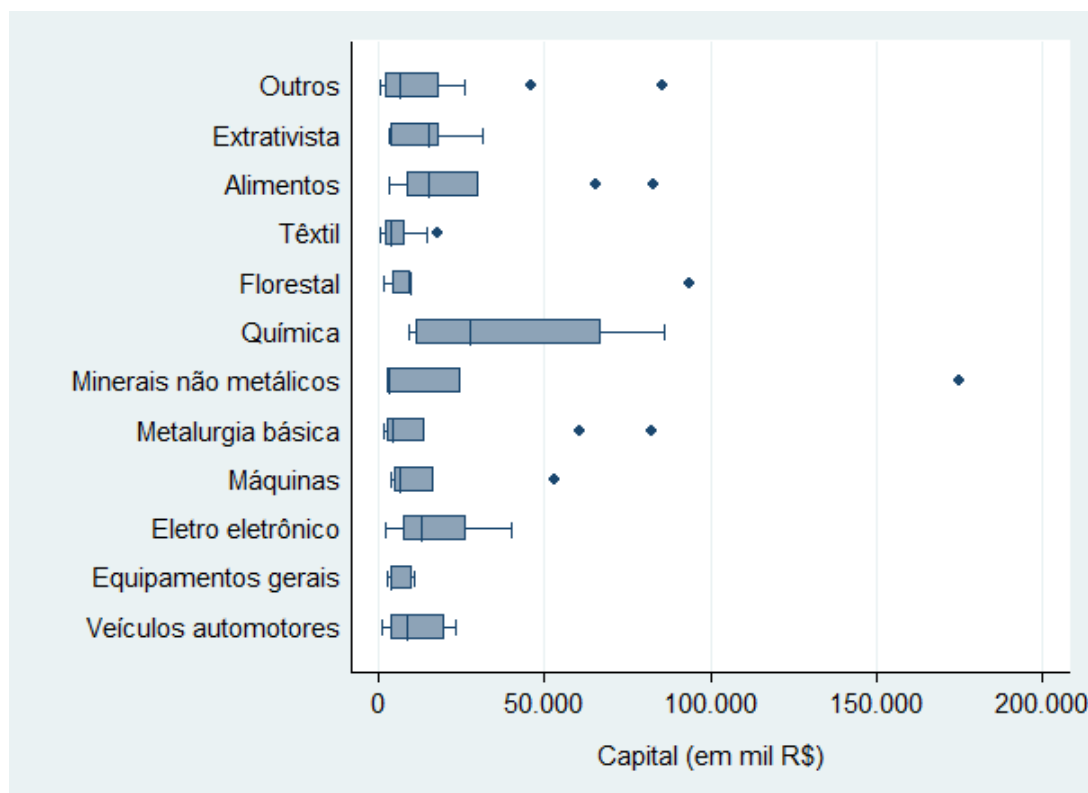


Figura 3: Média entre os anos de 1996 e 2007 do capital por firma.

Fonte: Elaborado pelos autores com dados da PIA.

crédito, foi utilizada a série "Operações de crédito ao setor privado - pessoas físicas", também disponibilizada pelo Banco Central; para as horas trabalhadas, foi utilizado "Horas trabalhadas - indústria", disponibilizado pela Confederação Nacional das Indústrias; e para a taxa de câmbio foi utilizado a "Taxa de câmbio comercial - compra - média", disponibilizada pelo Banco Central.

A seguir, são expostos os resultados obtidos pela presente pesquisa. A primeira etapa expõe os resultados dos testes de hipótese de retornos constantes de escala e concorrência perfeita e a estimação do *mark up* por meio do resíduo de Solow. Na sequência, são apresentadas as estimativas obtidas por meio da função de produção, bem como a análise dos retornos de escala e a comparação entre os resultados obtidos com o emprego das duas metodologias utilizadas.

## 4 Resultados

### 4.1 Resíduo de Solow

Esta etapa do estudo tem início com o teste da hipótese conjunta de concorrência perfeita e retornos constantes de escala. Conforme explicado na revisão de literatura, esta hipótese é rejeitada caso seja encontrada relação positiva entre o resíduo de Solow e as variáveis instrumentais selecionadas. Este tipo de estudo possui como intuito gerar as primeiras evidências sobre o comportamento da indústria brasileira, bem como identificar algumas características dos instrumentos a serem utilizados na etapa seguinte, que é a estimação do *mark up*.

Para a obtenção das estimativas, o primeiro procedimento realizado é o estudo da influência do uso das variáveis instrumentais nos resultados. Busca-se também, partindo das considerações acerca das características de cada instrumento levantadas na etapa do teste de hipótese, identificar a influência dos instrumentos nas estimativas quando empregados separadamente. Por meio deste procedimento, chega-se às estimativas a serem utilizadas com finalidade analítica, etapa que busca identificar os principais aspectos das relações entre preço e custo marginal obtidas para as indústrias, como os maiores e menores valores obtidos, a análise setorial e a comparação dos resultados com a literatura relevante.

#### 4.1.1 Teste de hipótese

A hipótese conjunta de concorrência perfeita e retornos constantes de escala é analisada por meio da relação entre o resíduo de Solow e cada instrumento, sendo que uma relação positiva entre as variáveis indica a não validade desta hipótese. Para isso, é necessária a construção das séries a serem utilizadas. Na tabela (17) em anexo, é possível observar a evolução do resíduo de Solow e das demais variáveis utilizadas para a sua composição entre os anos de 1996 e 2007.

Com o resíduo de Solow calculado, a etapa seguinte consiste na análise da correlação desta variável com os instrumentos. Para que os instrumentos sejam adequados, eles devem afetar a demanda e o emprego, além de não possuir correlação com a produtividade. A ausência de tais características pode gerar correlação entre as variáveis que não tenha necessariamente alguma relação com as hipóteses testadas. Para a análise desta relação, foram realizadas regressões entre o resíduo de Solow e os instrumentos, sendo a significância dos coeficientes utilizada para validar ou não a hipótese de concorrência perfeita e retornos constantes de escala.

Os coeficientes das regressões podem ser observados na tabela (3).

Tabela 3: Resultados da regressão do resíduo de Solow pelos instrumentos.

Instrumento Utilizado ( $\Delta z$ )	Coeficientes de Regressão		Estatística F
Oferta Monetária	$\Delta q - \alpha^n \Delta n =$	-0,006 + 0,156* $\Delta z$ (0,003) (0,017)	87,64
Taxa de Câmbio	$\Delta q - \alpha^n \Delta n =$	0,011 + 0,105* $\Delta z$ (0,001) (0,005)	435,94
Horas Trabalhadas	$\Delta q - \alpha^n \Delta n =$	0,018 + 0,145* $\Delta z$ (0,001) (0,023)	39,35
Crédito destinado à pessoa física	$\Delta q - \alpha^n \Delta n =$	0,020 + -0,009 $\Delta z$ (0,001) (0,008)	1,28

As estrelas representam o nível de significância de 1% do coeficiente estimado.  
Desvio padrão entre parênteses.

Fonte: Resultados da pesquisa.

Os resultados mostram que, com exceção de crédito destinado à pessoa física, as regressões entre os instrumentos e o resíduo de Solow geraram indícios contrários à hipótese conjunta avaliada. Isto representa que em momentos de expansão do produto a contribuição do trabalho no produto ( $\alpha^n$ ) observada é superior à contribuição esperada, o que, assim como [Hall \(1986\)](#) interpreta, pode ser considerado uma evidência de que o preço excede o custo marginal. Retornos crescentes de escala também podem explicar esta constatação, uma vez que a contribuição do trabalho na produção é superior ao esperado também nesta situação.

Sobre a relação de cada variável com o resíduo de Solow, oferta de moeda foi o instrumento que apresentou maior coeficiente. Considera-se que esta variável não deva ocasionar alterações na produtividade, de forma que seu emprego é adequado ao menos do ponto de vista teórico. Sendo este o caso, a relação positiva encontrada entre essa variável e o resíduo de Solow é uma importante evidência contrária à hipótese de concorrência perfeita e retornos constantes de escala. A respeito da taxa de câmbio, a variável pode ter correlação com a produtividade por alterar a viabilidade de importações de tecnologias mais produtivas. Contudo, esta relação não deve ocorrer no curto prazo, uma vez que há um período de maturação do investimento em bens de produção importados. Com isso, há um espaço de tempo entre a importação de uma tecnologia mais produtiva e a modificação da produtividade decorrente deste fato. Considerando esta hipótese, os resultados indicam relação estatisticamente superior à zero, sendo que a variável apresentou maior estatística F. Horas trabalhadas também apresentou relação positiva com o resíduo de Solow. Entretanto, esta variável pode apresentar relação com a produtividade, o que invalidaria seu uso como instrumento. Dessa forma, apesar de apresentar relação positiva com o

resíduo de Solow, esta constatação pode ser decorrente da característica do instrumento. Crédito destinado à pessoa física apresentou coeficiente negativo, porém não significativo nem mesmo se considerarmos o nível de significância de 10%. A hipótese conjunta de retornos constantes de escala e concorrência perfeita não é rejeitada neste caso.

Dos quatro instrumentos selecionados, três apresentaram coeficientes significativos e positivos. Mesmo considerando as especificidades de cada instrumento, os resultados das regressões representam importantes indícios contrários à hipótese conjunta de competição perfeita e retornos constantes de escala para a indústria brasileira. Considerando as características de cada instrumento, os resultados forneceram algumas evidências que podem auxiliar a compreensão das estimativas do *mark up* a serem obtidas na sequência. A esse respeito, é importante ter atenção principalmente ao uso das variáveis horas trabalhadas, que pode guardar forte correlação com a produtividade.

#### 4.1.2 Estimativas do *mark up*

Conforme abordado na revisão de literatura, as taxas de crescimento do valor adicionado e da quantidade de trabalho empregada, ambas descontadas da taxa de crescimento do capital, podem ser utilizadas para gerar estimativas da relação entre preço e custo marginal. Da mesma maneira que Hall (1986), considera-se aqui que o *mark up* é invariante no período de análise, de forma que este pode ser definido como  $\mu_i = p_i/x_i$ , em que  $p_i$  e  $x_i$  são respectivamente o preço e o custo marginal praticados pela indústria  $i$ . Com esta consideração, é possível reescrever a equação (7) da seguinte forma

$$\Delta q_{it} = \mu_i \alpha_i^n \Delta n_{it} + \theta_i + e_t \quad (25)$$

em que  $\Delta q_{it}$  é a taxa de crescimento do valor adicionado descontada pela taxa de crescimento do capital e, de forma análoga,  $\Delta n_{it}$  é a taxa de crescimento do trabalho descontada pela taxa de crescimento do capital.  $\theta_i$  é uma medida de produtividade que requer uma análise mais detalhada para que seja considerada como tal, o que não é um dos objetivos do presente trabalho. Conforme descrito anteriormente,  $\alpha_i^n$  é a contribuição do trabalho no produto.

Como é possível observar na equação (25), ao regredirmos  $\Delta q_{it}$  por  $\Delta n_{it}$ , o coeficiente obtido será igual à contribuição do trabalho no produto multiplicada pelo *mark up* ( $\mu_i \alpha_i^n$ ). As estimativas de *mark up* são obtidas ao dividir o coeficiente obtido na regressão pela contribuição do trabalho no produto ( $\alpha_i^n$ ) obtida diretamente dos dados. Este procedimento evidencia a

ideia fundamental desta metodologia. O resultado da regressão realizada fornece a influência da variação do uso do trabalho no produto. Em momentos de expansão do produto, é possível que esta não seja justificada somente pela expansão do uso de insumos, havendo espaço também para o aumento do preço em relação ao custo marginal. Esta metodologia parte do pressuposto de que é possível isolar este efeito ao dividir o coeficiente da regressão pela contribuição do trabalho no produto calculada anteriormente. Neste ponto fica evidenciada sua principal limitação, já que retornos crescentes de escala também podem explicar que em momentos de expansão do produto a contribuição do trabalho observada pode ser superior à calculada.

Acerca do conteúdo analítico das estimativas que este procedimento fornece, o primeiro aspecto relevante é a influência dos instrumentos sobre as estimativas. Por isso, as relações entre preço e custo marginal das indústrias foram obtidas sem instrumentalização, com o uso conjunto dos quatro instrumentos selecionados (oferta de moeda, taxa de câmbio, horas trabalhadas e crédito destinado à pessoa física) e com o emprego de cada um dos instrumentos separadamente. A tabela (4) apresenta a média das estimativas do *mark up* calculado para as indústrias da amostra, o desvio padrão em relação à esta média e os valores mínimos e máximos obtidos com o emprego de cada uma das abordagens citadas.

Tabela 4: Estimativas do *mark up* com diferentes instrumentalizações.

Instrumento utilizado	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Sem instrumentalização	2,94	1,42	1,40	11,00
Todos instrumentos	1,12	0,54	0,53	4,19
Horas trabalhadas	-2,92	1,41	-10,91	-1,39
Oferta Monetária	1,00	0,48	0,47	3,72
Taxa de Câmbio	3,00	1,44	1,43	11,20
Crédito destinado à pessoa física	0,66	0,32	0,31	2,45

Fonte: Resultados da pesquisa.

O primeiro aspecto relevante dos resultados é que há importantes diferenças entre as estimativas obtidas com o uso de variáveis instrumentais em relação às estimativas obtidas sem o emprego deste ferramental. Este fato é uma evidência empírica da existência de viés nas estimativas realizadas sem o uso de variáveis instrumentais. Contudo, as estimativas obtidas com o emprego de todos os instrumentos apresentam uma característica problemática. Tais estimativas foram inferiores à unidade para 58 indústrias (55,77% da amostra). Como as estimativas realizadas representam o resultado da divisão do preço pelo custo marginal, valores inferiores à unidade indicam que o custo marginal excede o preço. Este tipo de resultado não faz sentido se considerarmos que nesta situação há prejuízo para as empresas, algo que dificilmente se

maneira ao longo do período analisado para uma indústria como um todo. Dessa forma, tais estimativas sugerem que há problemas com uso de todas variáveis instrumentais em conjunto.

Também é possível observar na tabela (4) que o uso dos instrumentos separadamente gerou constatações relevantes, com destaque para os resultados obtidos com o uso de horas trabalhadas, que foram negativos para todas as indústrias. Isto indica que sua provável relação com a produtividade pode, de fato, tornar inadequado o uso desta variável. Este resultado levanta questionamentos sobre o uso desta variável e gera a necessidade do estudo de seu impacto nas estimativas obtidas com o emprego das variáveis instrumentais em conjunto.

Foram estimadas as relações entre preço e custo marginal com todos os instrumentos utilizados conjuntamente e com todos os instrumentos exceto horas trabalhadas. O impacto da retirada da variável horas trabalhadas no *mark up* médio estimado foi de 0,003, sendo que a alteração no desvio padrão e nos valores máximo e mínimo também foram reduzidos. Pelo fato de esta variável teoricamente ter relação com a produtividade e por ter gerado estimativas negativas do *mark up* quando empregada separadamente como instrumento foi optado pela não utilização desta variável.

Acerca do crédito destinado à pessoa física, esta variável não havia apresentado relação positiva com o resíduo de Solow, sendo esperado que seu emprego como variável instrumental gerasse menores estimativas de *mark up*, o que de fato foi observado. O que se destaca dos valores obtidos com o uso desta variável instrumental é a presença de indústrias cujas estimativas são inferiores à unidade. Esta característica das estimativas também foi observada com o uso de oferta monetária separadamente como instrumento. É possível que tais variáveis possuam impacto apenas indireto no emprego, apesar de representarem um choque de demanda. Isto pode reduzir a adequabilidade de tais variáveis como instrumento. A evidência empírica encontrada até o momento sugere que esta característica pode de fato interferir nas estimativas e, assim como no caso de horas trabalhadas, há a necessidade do estudo do impacto nas estimativas obtidas com o emprego das variáveis instrumentais em conjunto.

Por isso, o mesmo exercício realizado para a análise do impacto do uso de horas trabalhadas foi realizado para o uso das variáveis oferta monetária e crédito destinado à pessoa física. Foram realizadas estimativas com o uso de taxa de câmbio, crédito destinado à pessoa física e oferta monetária. Estas estimativas foram comparadas com as estimativas obtidas com a retirada destas variáveis, ou seja, com taxa de câmbio combinada com oferta monetária e taxa de câmbio combinada com crédito destinado à pessoa física. O aspecto mais importante deste



exercício foi que a mesma quantidade de indústrias que apresentaram estimativas inferiores à unidade também apresentaram esta característica com todas estas combinações de instrumentos (58 indústrias). Ou seja, as estimativas que revelam um preço inferior ao custo marginal para mais da metade da amostra estão presentes com o uso de oferta monetária e crédito destinado à pessoa física como instrumento mesmo quando taxa de câmbio também é utilizada.

Dessa forma, a análise das estimativas com as diferentes combinações de instrumentos revelaram problemas com a variável horas trabalhadas, por esta gerar estimativas negativas quando utilizada separadamente e por possivelmente guardar correlação com a produtividade, e com as variáveis crédito destinado à pessoa física e oferta monetária, que geram estimativas inferiores à unidade para boa parte da amostra. Por isso, foi optado pela não utilização destas variáveis, de forma que os resultados utilizados para a análise foram os obtidas por meio do emprego somente da taxa de câmbio como instrumento.

Pelo fato de haver 104 indústrias na amostra, a exposição dos valores estimados da relação entre preço e custo marginal para cada indústria em uma única tabela possui pouco conteúdo analítico. As estimativas para cada indústria são expostas em anexo e a exposição dos resultados é realizada pela descrição das características gerais dos resultados, como as indústrias de maior e menor valor, e pela análise da relação entre preço e custo marginal de cada setor.

Na figura (4) são representados os menores valores, o 1º quartil, a mediana, o 3º quartil, os maiores valores e os valores que extrapolam a distribuição de cada setor. Os resultados obtidos sem o uso de instrumentos também são expostos para observar a relação destas estimativas obtidas com o uso de taxa de câmbio como instrumento.

Não houve importantes alterações nos resultados com o uso de taxa de câmbio como instrumento, como é possível observar na figura (4). A figura também sugere que a utilização dos instrumentos altera de forma homogênea as estimativas. Ao ordenar as estimativas obtidas com e sem o uso de variáveis instrumentais, notou-se que de fato a correção dos resultados com o emprego dos instrumentos ocorre de forma homogênea entre as indústrias, de forma que a escolha de diferentes instrumentos afeta a magnitude das estimativas do *mark up*, mas não afeta a relação entre as indústrias que apresentam maiores ou menores estimativas. Com isso, diferentes critérios adotados na escolha dos instrumentos não afetam a análise comparativa entre as indústrias e entre os setores.

A tabela (5) expõe as médias por setor dos *mark ups* estimados em nível industrial, o desvio padrão em relação a estas médias, bem como os valores máximos e mínimos com o

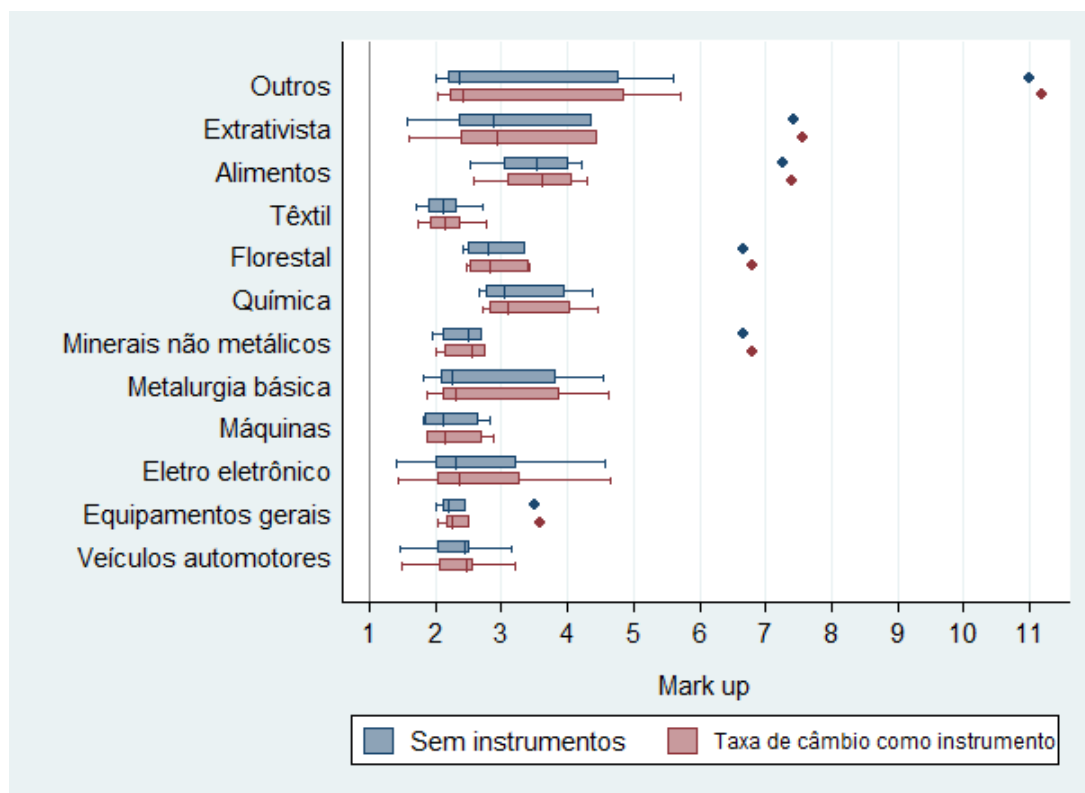


Figura 4: Estimativas de *mark up* com diferentes instrumentos.

Fonte: Resultados da pesquisa.

intuito de melhorar a comparação entre os setores. Os resultados foram colocados em ordem decrescente do *mark up* com exceção do grupo outros.

Um aspecto relevante apresentado na tabela é que o grupo outros possui maior desvio padrão das estimativas. Isto era esperado, uma vez que este grupo é composto por indústrias com características distintas entre si. Nesse sentido, o menor desvio padrão dos demais grupos representa que a classificação gerou setores com indústrias com comportamentos relativamente semelhantes entre si.

A observação dos valores máximos expostos na tabela (5) e na figura (4) permite identificar a quais setores pertencem as indústrias que apresentaram maiores estimativas. A indústria de maior relação entre preço e custo marginal foi fabricação de produtos derivados do petróleo (23.2) do grupo outros, com estimativa de 11,20. A indústria com segunda maior estimativa foi extração de minério de ferro (13.1), que pertence ao grupo extrativista e apresentou *mark up* de 7,56. No setor de alimentos, destaque para a indústria fabricação de óleos, gorduras vegetais e animais (23.2), que apresentou preço 7,40 vezes maior do que o custo marginal, terceiro maior *mark up* da amostra. Além destas três indústrias, outras três indústrias apresentaram preço mais do que cinco vezes maior do que o custo marginal. Estas indústrias foram fabricação de cimento

Tabela 5: Estimativas de *mark up* por setor.

Setor	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Alimentos	3,909	1,342	2,567	7,405
Extrativista	3,646	1,976	1,608	7,562
Florestal	3,483	1,523	2,471	6,791
Química	3,387	0,651	2,702	4,461
Minerais não metálicos	3,254	1,810	1,996	6,800
Metalurgia básica	2,855	1,010	1,860	4,611
Eleto eletrônico	2,682	0,885	1,427	4,656
Equipamentos gerais	2,507	0,563	2,042	3,579
Veículos automotores	2,392	0,527	1,479	3,210
Máquinas e equipamentos	2,274	0,400	1,857	2,870
Têxtil	2,173	0,313	1,742	2,761
Outros	3,690	2,488	2,043	11,197

Fonte: Resultados da pesquisa.

(26.2) do setor minerais não metálicos, fabricação de celulose e outras pastas para fabricação de papel (21.1) do setor florestal e reprodução de materiais gravados (22.3) do grupo outros, com estimativas de 6,80, 6,79 e 5,71 respectivamente.

Todas indústrias destacadas até o momento por apresentarem alta relação entre preço e custo marginal pertencem a setores que apresentaram alto *mark up* médio. O único setor entre os que apresentaram alta estimativa média e não teve indústrias destacadas é o setor químico. Isto se deve ao fato de este setor apresentar estimativas relativamente altas de maneira homogênea. O baixo desvio padrão deste setor evidencia esta característica. A indústria química de maior estimativa de *mark up* é a fabricação de resinas e estômeros (24.3), com preço 4,46 vezes maior do que o custo marginal, apenas a décima primeira maior estimativa da amostra.

Ainda destacando as indústrias que apresentaram maior relação entre preço e custo marginal, a observação das estimativas em nível industrial permite analisar uma importante questão levantada ainda na exposição da base de dados. Dentre as características dos dados utilizados, foi destacado que algumas indústrias apresentaram valor agregado muito superior ao valor agregado pelas demais. A esse respeito, destaca-se que as indústrias que apresentaram maiores valores agregados foram fabricação de produtos derivados do petróleo (23.2) e fabricação de caminhões e ônibus (34.2), sendo que a estimativa do *mark up* desta foi de 2,50 enquanto a daquela foi de 11,20. Isto indica que o aspecto heterogêneo observado na base de dados não possui influência direta nas estimativas. Esta característica do resultado era esperada, já que a metodologia empregada utiliza a primeira diferença das variáveis, o que faz com que o nível das variáveis não tenha influência nos resultados.

A respeito dos setores que apresentaram baixo preço em relação ao custo marginal, destaque para os grupos têxtil e máquinas e equipamentos. Estes setores também apresentaram baixo desvio em relação à média, o que representa que suas indústrias possuem *mark up* reduzido de maneira homogênea. A esse respeito, três indústrias de cada um destes setores apresentaram estimativas entre as dez menores da amostra. Do setor têxtil, as indústrias de menores estimativas foram a confecção de artigos de vestuário (18.1), a fabricação de artigos para viagem e de artefatos diversos de couro (19.2) e a acabamentos em fios, tecidos e artigos têxteis para terceiros (17.5), com *mark up* de 1,80, 1,75 e 1,74 respectivamente. Do setor máquinas e equipamentos foram as indústrias fabricação de máquinas-ferramenta (29.4), fabricação de outras máquinas e equipamentos de uso específico (29.6) e fabricação de armas, munições e equipamentos militares (29.7) com estimativas de 1,89, 1,86 e 1,86 respectivamente.

Uma das principais críticas sobre o uso do resíduo de Solow para o cálculo do *mark up* recai sobre as escolhas das variáveis instrumentais. Conforme evidenciado nos resultados apresentados na figura (4) e constatado na observação dos resultados em nível industrial, o impacto do uso de variáveis instrumentais não afeta a ordem das estimativas. Ou seja, as evidências empíricas encontradas sugerem que a relação entre os setores que apresentam maior ou menor *mark up* não dependem do emprego das variáveis instrumentais. Esta constatação permite a comparação dos resultados obtidos pelo presente trabalho com os resultados dos trabalhos que obtêm tais estimativas com metodologia semelhante, porém sem o uso de variáveis instrumentais. A esse respeito, um aspecto relevante sobre os resultados encontrados na presente pesquisa é a relativa semelhança com os resultados obtidos por [Ferreira e Guillén \(2004\)](#) e [Clezar et al. \(2010\)](#). Apesar de tais estudos utilizarem especificações diferentes que possuem como objetivo obter, além de estimativas do *mark up*, a mudança desta variável ao longo de diferentes períodos e gerar medidas de produtividade, é possível estabelecer algumas comparações acerca da relação entre preço e custo marginal de tais trabalhos com os resultados da presente pesquisa. Há diferenças entre as classificações utilizadas para definição dos setores, o que faz com que a comparação entre os resultados se limite a alguns setores. Os setores que apresentam classificação semelhante são alimentos, químico, têxtil, metalurgia básica e minerais não metálicos.

Outro aspecto relevante sobre a comparação entre as estimativas é o período analisado. No presente trabalho este vai de 1996 a 2007, mesmo período de análise de [Clezar et al. \(2010\)](#). Já em [Ferreira e Guillén \(2004\)](#) o período analisado é entre 1985 a 1997. Por isso, a comparação com este último trabalho deve ser feita para analisar as mudanças ocorridas entre os diferentes

períodos de análise, de forma que possíveis semelhanças dos resultados do presente estudo e de Clezar et al. (2010) com os resultados de Ferreira e Guillén (2004) podem ser interpretadas como manutenção do ordenamento dos setores em termos de estimativas de *mark up*.

Para melhorar a comparação dos resultados, as estimativas obtidas por meio do resíduo de Solow do presente trabalho também foram obtidas diretamente em nível setorial. A média dos *mark ups* estimados em nível industrial de um setor e as estimativas deste *mark up* realizada diretamente para este setor foram idênticas, sendo que neste último caso há considerável redução do desvio padrão, o que melhora a comparação dos resultados com os observados na literatura.<sup>8</sup>

A relação entre preço e custo marginal estimadas nos diferentes trabalhos podem ser observados na tabela (6).

Tabela 6: Estimativas de *mark up* do presente trabalho e da literatura pesquisada.

Setor	Estimativas do presente trabalho	Ferreira e Guillén (2004)	Clezar et al. (2010)
Alimentos	3,909 (0,640)	2,615 (0,583)	4,264 (0,598)
Química	3,387 (0,579)	4,552 (1,757)	3,515 (0,739)
Têxtil	2,173 (0,385)	3,385 (0,685)	0,282 (0,839)
Metalurgia básica	2,855 (0,454)	2,016 (0,628)	1,537 (0,568)
Minerais não metálicos	3,254 (0,482)	1,897 (0,690)	2,464 (0,937)
Desvio padrão entre parênteses			

Fonte: Resultados da pesquisa.

É possível notar algumas semelhanças entre as estimativas. A principal delas é que todas as estimativas apontam os setores alimentos e químico entre os de maior relação entre preço e custo marginal. Sobre o setor químico, algumas características de suas indústrias podem justificar as altas estimativas obtidas nos três trabalhos, como a especificidade do capital e do trabalho empregados e investimentos em pesquisa e tecnologia relativamente grandes. Estes fatores podem representar barreiras à entrada e explicar o alto *mark up* observado. Este tipo de análise, contudo, exige um estudo específico que busca associar as características dos setores com tais estimativas, o que pode ser um emprego interessante das estimativas obtidas pelo presente trabalho em pesquisas posteriores.

<sup>8</sup>As estimativas obtidas por meio deste procedimento estão em anexo.

A respeito do setor de alimentos, o alto *mark up* estimado em todos os trabalhos representa que este setor apresenta esta característica ao longo dos dois períodos analisados e também sugere que houve aumento da relação entre preço e custo marginal do período entre 1985 e 1997 para os anos entre 1996 e 2007. Um dos fatores ao qual é possível atribuir estes resultados é a elasticidade da demanda dos produtos alimentícios, que são considerados essenciais. Outro fator que, assim como a elasticidade dos produtos em questão, pode explicar o *mark up* elevado e seu aumento é o crescimento da renda das classes mais baixas. No período recente, houve grande migração das classes D e E para classes de maior renda no Brasil. Com a intensificação da divisão do trabalho e a consequente ascensão da renda, processo típico em países em desenvolvimento, aumenta a demanda por alimentos processados, conforme explica Antle (1999). Com isso, o aumento da demanda por produtos alimentícios processados combinado com a baixa elasticidade da demanda pelos produtos deste setor podem influenciar positivamente o *mark up*. É importante destacar novamente que para estabelecer uma relação mais consistente sobre as características dos setores e seus *mark ups* estimados é necessário uma avaliação específica sobre o assunto.

Ainda sobre a comparação dos resultados com a literatura, a principal diferença entre as estimativas foi observada no setor têxtil. No presente estudo e em Clezar et al. (2010), este setor apresentou a menor estimativa dentre todos setores, enquanto que em Ferreira e Guillén (2004) o grupo têxtil apresentou o segundo maior *mark up*. Esta diferença entre os resultados pode significar que houve aumento da concorrência enfrentada pelas indústrias do setor entre os diferentes períodos analisados. A esse respeito, um dos objetivos de Ferreira e Guillén (2004) é justamente identificar o efeito das mudanças do ambiente macroeconômico de meados dos anos 1990 em aspectos concorrenciais, sendo que os autores não observaram mudanças significativas no *mark up* de nenhum dos setores analisados. Uma justificativa plausível para isto é que o impacto pode ter demorado um período maior para ocorrer do que o período de três anos considerado pelos autores (1994-1997) como o período utilizado para verificar se há evidências empíricas de mudanças na relação entre preço e custo marginal.

A observação das características do setor têxtil e de seu desempenho a partir dos anos 1990 corroboram a interpretação de que o *mark up* do setor reduziu e, conseqüentemente, o período de análise utilizado por Ferreira e Guillén (2004) foi insuficiente para identificar tal mudança. Com maior abertura comercial e tendo produtos de transporte relativamente fácil, a competição internacional tornou-se um fator relevante para as indústrias nacionais do setor. O

fato de o setor têxtil apresentar constantes déficits na balança comercial, como evidenciado em [Filho et al. \(2007\)](#), indica que houve entrada dos produtos internacionais e que estes afetaram as indústrias nacionais.

Assim, a divergência em relação à literatura, que atribui um papel maior aos impactos concorrenciais do que o estimado por [Ferreira e Guillén \(2004\)](#), pode ser decorrente de o período analisado como posterior à abertura comercial ser insuficiente para que o *mark up* capte o efeito da concorrência na indústria nacional. Com isso, a relação entre preço e custo marginal dos demais setores também podem ter sofrido maior impacto do que o estimado pelos autores, o que torna interessante o emprego da mesma metodologia para um período maior de análise. Caso esta interpretação esteja correta, ao menos o setor têxtil apresentará redução significativa do *mark up* como consequência das alterações no ambiente macroeconômico brasileiro em meados dos anos 1990. Os resultados do presente trabalho sugerem que os setores alimentos e químico não devem apresentar redução de *mark up* com a mudança da política econômica.

Ainda sobre a comparação entre os resultados do presente trabalho com os resultados da literatura, o setor de metalurgia básica parece ter apresentado leve redução da relação entre preço e custo marginal entre os períodos observados. Entretanto, os desvios padrão das estimativas não permitem caracterizar tal redução. Sobre o setor de minerais não metálicos, as estimativas presentes na literatura e a estimativa do presente trabalho sem o uso de variáveis instrumentais indicam aumento do *mark up*. Todavia, assim como no caso de metalurgia básica, o elevado desvio padrão não permite caracterizar tal mudança. Um aspecto dos resultados que pode representar que de fato houve aumento da relação entre preço e custo marginal deste setor é que, dentre os setores cuja comparação foi possível, minerais não metálicos apresentou a menor estimativa em [Ferreira e Guillén \(2004\)](#), porém a terceira maior no presente estudo e em [Clezar et al. \(2010\)](#).

O estudo das estimativas da relação entre preço e custo marginal por meio do resíduo de Solow gerou importantes evidências relacionadas à aplicação desta metodologia e sobre as características das indústrias. Um dos fatores de destaque foi o impacto do uso de variáveis instrumentais, que de fato modifica os resultados. Contudo, três das quatro variáveis escolhidas para aplicação do presente trabalho apresentaram estimativas com problema, de forma que os resultados analisados foram obtidos com o uso somente de taxa de câmbio como instrumento, o que mostrou ter pouca influência na magnitude das estimativas. Outro importante aspecto observado é que o uso ou não de instrumentos, bem como o uso de diferentes combinações

de instrumentos, não altera o ordenamento das estimativas. Isto permitiu a comparação dos resultados com a literatura. A esse respeito, destacaram-se os setores alimentos e químico pelas altas estimativas e o setor têxtil pelas baixas estimativas nos trabalhos recentes, o que indicou redução do *mark up* deste setor entre os dois períodos distintos de análise. Os resultados da presente pesquisa também demonstraram alta relação entre preço e custo marginal para as indústrias extrativistas e florestais e baixa relação para máquinas e equipamentos.

Com as estimativas de *mark up* realizadas, analisadas em nível setorial e industrial e comparadas com as estimativas dos estudos relevantes da área, o próximo passo é obter estimativas alternativas de *mark up* por meio da função de produção e avaliar a hipótese de retornos constantes de escala. Conforme abordado na explicação sobre a análise do resíduo de Solow, a não validade da hipótese de retornos constantes de escala gera viés nas estimativas obtidas por meio desta metodologia. Por isso, a comparação entre as estimativas obtidas nesta etapa do trabalho com as obtidas por meio da função de produção deve ocorrer conjuntamente com a análise de retornos de escala, o que é realizado na sequência.

## 4.2 Função de produção

O estudo da função de produção para a obtenção de estimativas alternativas de *mark up* e para a análise de retornos de escala possui como etapa inicial a estimação dos parâmetros da função de produção por meio do System GMM para cada setor. A etapa seguinte é a divisão do coeficiente do trabalho ( $\beta_i^n$ ) pela contribuição deste insumo na produção obtida diretamente dos dados ( $\alpha_i^n$ ), como proposto por [Loecker e Warzynski \(2009\)](#). Por fim, é analisada a hipótese de retornos constantes de escala. Como as estimativas obtidas por meio da análise do resíduo de Solow são viesadas quando esta hipótese não é válida, as estimativas obtidas por meio desta metodologia serão comparadas com as estimativas obtidas por meio da função de produção por meio das inferências obtidas sobre retornos de escala.

### 4.2.1 Parâmetros da função de produção e *mark up*

Foram realizadas estimativas dos coeficientes da função de produção por meio do System GMM com instrumentalização a partir da segunda e da terceira defasagem. O emprego destas instrumentalizações com diferentes defasagens também é feito por [Blundell e Bond \(1998\)](#) para observar em qual dos casos a instrumentalização ocorre de maneira adequada. Os testes realizados pelos autores apontam melhora nos resultados com o uso a partir da terceira defasa-



gem. Na presente pesquisa, este aspecto não foi observado. Considerando o nível de significância de 5%, três setores que haviam apresentado problemas nos testes quando foram utilizadas instrumentalização a partir da terceira defasagem não apresentaram problemas quando a segunda defasagem também foi utilizada. Outro fator problemático das estimativas obtidas com o uso a partir da terceira defasagem na presente pesquisa foi a obtenção de coeficientes do capital pouco significativos e negativos. Foram os casos dos coeficientes estimados para os setores equipamentos gerais e máquinas e equipamentos. Com o uso a partir da segunda defasagem como instrumento, os coeficientes do capital de tais setores deixaram de ser negativos e passou a ser significativo no caso de máquinas e equipamentos.

Tais aspectos dos resultados indicaram o uso do System GMM com instrumentalização a partir da segunda defasagem. As estimativas obtidas com o uso a partir da terceira defasagem das variáveis como instrumentos podem ser observadas em tabela em anexo. Na tabela (20) são apresentadas as estimativas dos coeficientes da função de produção calculadas por meio do System GMM com instrumentalização a partir da segunda defasagem bem como os testes realizados nesta etapa de estimação.

O primeiro aspecto a ser observado nos resultados são os testes. Em todos os casos é considerado o nível de significância de 5%. O teste AR(2) de correlação serial de segunda ordem do resíduo demonstrou não haver este problema nas estimativas para todos setores, exceto para o grupo outros. Como este grupo não possui fim analítico, considerou-se que as estimativas apresentaram bons resultados neste aspecto abordado pelo teste.

O teste Comfac refere-se às restrições não lineares dos fatores comuns impostas para obtenção dos coeficientes a partir das estimativas do componente autoregressivo ( $\rho$ ), dos próprios coeficientes ( $\beta^n$  e  $\beta^k$ ) e de ambos relacionados ( $\rho\beta^n$  e  $\rho\beta^k$ ), conforme exposto nas equações (14) e (15). O p-valor dos testes demonstraram que esta restrição não é válida para os setores máquinas e equipamentos, equipamentos gerais e veículos automotores.

A respeito das condições de momento assumidas para a instrumentalização, os testes de Hansen e Sargan verificam se a defasagem das variáveis são instrumentos adequados para o estimadores GMM. Os testes possuem a mesma hipótese nula, que é a de validade das condições de momento assumidas para a instrumentalização. A diferença entre eles é que o Sargan não é robusto, mas não é enfraquecido por muitos instrumentos. Já o Hansen é enfraquecido por muitos instrumentos, mas é robusto. Estas diferenças entre os testes gerou constatações relevantes. Para as estimativas de todos os setores o número de instrumentos foi superior ao

Tabela 7: Estimativa dos parâmetros da função de produção via System GMM (t-2).

	Extrativista	Alimentos	Têxtil	Florestal	Química	Minerais não metálicos
$\beta^n$	0,925 (0,009)	0,604 (0,083)	1,137 (0,036)	1,338 (0,042)	0,672 (0,120)	0,868 (0,019)
$\beta^k$	0,207 (0,077)	0,396 (0,117)	0,339 (0,051)	0,298 (0,035)	0,339 (0,151)	0,497 (0,056)
$\rho$	0,767 (0,021)	0,453 (0,052)	0,571 (0,055)	0,601 (0,041)	0,682 (0,097)	0,818 (0,081)
Comfac	0,057	0,103	0,293	0,068	0,224	1,000
Sargan	0,054	0,575	0,765	0,105	0,037	0,099
Hansen	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
D-Sargan	0,567	1,000	1,000	0,324	0,211	0,549
D-Hansen	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
AR(2)	0,217	0,883	0,671	0,830	0,318	0,437
	Metalurgia básica	Máquinas e equipamentos	Eletrô eletrônico	Equipamentos gerais	Veículos automotores	Outros
$\beta^n$	1,447 (0,068)	0,948 (0,062)	0,993 (0,131)	1,028 (0,028)	1,104 (0,069)	0,867 (0,066)
$\beta^k$	0,373 (0,060)	0,266 (0,073)	0,868 (0,464)	0,012 (0,084)	0,746 (0,153)	0,378 (0,284)
$\rho$	0,540 (0,049)	0,487 (0,032)	0,483 (0,107)	0,403 (0,018)	0,890 (0,052)	0,861 (0,034)
Comfac	0,456	0,014	0,175	0,000	0,000	0,306
Sargan	0,103	0,074	0,999	0,069	0,027	0,000
Hansen	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
D-Sargan	0,523	0,979	1,000	0,577	0,082	0,000
D-Hansen	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
AR(2)	0,298	0,448	0,593	0,227	0,302	0,033

P-valor dos testes apresentados. Comfac: Ho = Restrições dos fatores comuns são válidas; Sargan e Hansen: Ho = Instrumentalização para GMM adequada; D-Sargan e D-Hansen: Ho = Instrumentalização para o System GMM adequada; AR(2): Não há correlação serial de segunda ordem do resíduo. Desvio padrão entre parênteses.

Fonte: Resultados da pesquisa.

número de observações e esta característica fez com que o teste de Hansen fosse enfraquecido. Por isso este teste não rejeitou a hipótese de validade das condições de momento em todos os casos. O teste de Sargan não apresentou este tipo de problema e rejeitou a validade das condições de momento utilizadas para alguns setores. Considerando o nível de significância de 5%, a hipótese foi rejeitada para os grupos química, veículos automotores e outros. Como este teste verifica a validade das condições assumidas para a estimação via GMM, estes resultados indicam problemas na obtenção dos coeficientes, uma vez que caso não seja empregado o GMM, os demais procedimentos de estimação da função de produção dinâmica são viesados.

Sobre as condições de momento adicionais assumidas para o emprego do System GMM, estas foram testadas por meio do Hansen em diferenças (D-Hansen) e do Sargan em diferenças (D-Sargan). Estes testes são derivados dos testes de Hansen e de Sargan e, por isso, apresentam características semelhantes no que se refere à robustez e a sensibilidade em relação ao número de instrumentos. Por isso, a mesma característica observada no teste de Hansen foi observada no Hansen em diferenças, com a validade das condições de momento aceita para todos setores em decorrência do grande número de instrumentos. O teste de Sargan em diferenças não apresentou este problema e gerou diferentes valores para os setores. Os resultados indicam que as condições de momento adicionais assumidas são válidas para todos os setores, exceto para o grupo outros. Este grupo é composto por indústrias diversas e por isso possui pouco conteúdo analítico, de forma que o teste de Sargan em diferenças demonstra serem adequadas as condições de momento adicionais assumidas pelo System GMM para todos setores relevantes.

Dessa forma, o conjunto de testes realizados indicou problemas nas estimativas de alguns setores. É o caso do veículos automotores, cujos testes dos fatores comuns e de Sargan apresentaram problemas. Os setores máquinas e equipamentos e equipamentos gerais também apresentaram problemas no teste dos fatores comuns. Este último setor também apresentou problemas em relação ao coeficiente do capital, que foi não significativo. O setor químico apresentou problema no teste de Sargan.

Estes resultados devem ser considerados na análise das estimativas da relação entre preço e custo marginal obtidas com o uso do coeficiente do trabalho obtido nesta etapa. Por isso, serão consideradas as estimativas que não apresentaram problemas nesta etapa.

O *mark up* é obtido por meio da divisão da estimativa do coeficiente do trabalho calculado pela função de produção pela contribuição do trabalho no produto. Na tabela (8) são

expostos tais valores, bem como as estimativas da relação entre preço e custo marginal derivadas de suas combinações. Todos valores foram expostos, mas deve-se ressaltar que os setores que não apresentaram problemas na estimação dos coeficientes da função de produção foram: extrativista, alimentos, têxtil, florestal, minerais não metálicos, metalurgia básica e eletro eletrônico.

Tabela 8: Coeficiente da função de produção e contribuição do trabalho e *mark up*.

Setor	$\beta^n$	$\alpha^n$	<i>Mark up</i> ( $\beta^n/\alpha^n$ )
Florestal	1,338 (0,042)	0,351 (0,111)	3,812 (0,120)
Metalurgia básica	1,447 (0,068)	0,422 (0,136)	3,434 (0,161)
Extrativista	0,925 (0,009)	0,383 (0,174)	2,417 (0,024)
Equipamentos gerais	1,028 (0,028)	0,441 (0,105)	2,331 (0,064)
Veículos automotores	1,104 (0,069)	0,480 (0,149)	2,297 (0,144)
Têxtil	1,137 (0,036)	0,497 (0,090)	2,289 (0,072)
Eletro eletrônico	0,993 (0,131)	0,441 (0,149)	2,254 (0,297)
Minerais não metálicos	0,868 (0,019)	0,397 (0,136)	2,187 (0,048)
Química	0,672 (0,120)	0,330 (0,088)	2,036 (0,363)
Alimentos	0,604 (0,083)	0,299 (0,088)	2,022 (0,278)
Máquinas e equipamentos	0,948 (0,062)	0,481 (0,102)	1,973 (0,129)
Outros	0,867 (0,066)	0,382 (0,147)	2,272 (0,173)

Desvio padrão entre parênteses.

Fonte: Resultados da pesquisa.

Sobre as estimativas obtidas nesta etapa, destaque para os setores florestal, metalurgia básica e extrativista. Estes setores também apresentaram custo marginal bastante inferior ao preço na estimação por meio do resíduo de Solow, sendo que os resultados desta seção confirmaram esta característica das indústrias que compõem tais grupos.

O setor têxtil, por sua vez, havia apresentado a menor estimativa na etapa anterior e apresentou *mark up* relativamente alto em relação aos demais setores nesta seção. Também contrariando a evidência encontrada anteriormente, o setor de alimentos apresentou menor esti-

mativa nesta etapa (desconsiderando o setor máquinas e equipamentos por este ter apresentado problemas na estimação da função de produção), sendo que as estimativas obtidas por meio do resíduo de Solow indicaram o setor de alimentos como o de maior relação entre preço e custo marginal. O setor químico apresentou comportamento semelhante ao de alimentos, com altas estimativas obtidas por meio da análise do resíduo de Solow e menores estimativas obtidas por meio da função de produção. Contudo, os testes realizados na função de produção indicaram problemas com a instrumentalização para este setor, o que diminui a confiabilidade dos parâmetros estimados pela função de produção.

Sobre os demais setores que não apresentaram problemas na obtenção dos parâmetros da função de produção, minerais não metálicos apresentou menor estimativa de *mark up* por meio da função de produção do que por meio do resíduo de Solow. O setor eletro eletrônico apresentou comportamento semelhante com o emprego das duas metodologias, com a sétima maior estimativa em ambas etapas se considerarmos também os setores que apresentaram problema na etapa da função de produção.

Dessa forma, a observação dos maiores e menores *mark ups* estimados por meio das duas metodologias indicou relativa semelhança nos resultados para os setores florestal, metalurgia básica, extrativista e eletro eletrônico. Por outro lado, os setores têxtil, alimentos e minerais não metálicos apresentaram comportamento diferente com o emprego das metodologias alternativas. As demais indústrias apresentaram problemas na estimação da função de produção e por isso suas estimativas da relação entre preço e custo marginal obtidas por meio da função de produção não são confiáveis. Para melhorar a comparação entre as estimativas, é interessante o estudo da hipótese de retornos constantes de escala, uma vez que esta é de grande relevância na etapa do resíduo de Solow. Por isso, a comparação entre os resultados é aprofundada na sequência levando em conta as inferências obtidas sobre a validade da hipótese de retornos constantes de escala para os setores.

#### **4.2.2 Retornos de escala e comparação entre as estimativas**

Há semelhanças entre os procedimentos de estimação da relação entre preço e custo marginal aplicados no presente trabalho. A principal é que tanto a metodologia de análise do resíduo de Solow proposta por Hall (1986) quanto a metodologia que utiliza a estimação da função de produção proposta por Loecker e Warzynski (2009) combinam diferentes estimativas da influência do trabalho no valor adicionado para chegar à estimativa do *mark up*. No procedi-

mento que utiliza as estimativas da função de produção, o coeficiente do trabalho é tido como a estimativa não viesada da influência deste fator de produção no valor adicionado ( $\beta_i^n$ ). Considerando que esta estimativa de fato não seja viesada, esta é dividida pela contribuição do trabalho no valor adicionado ( $\alpha_i^n$ ). Na metodologia do resíduo de Solow, a influência do trabalho é obtida pela regressão da taxa de crescimento do valor adicionado pela taxa de crescimento do trabalho utilizado, ambas descontadas pela taxa de crescimento do capital, com o uso de variáveis instrumentais para que a estimativa obtida seja não viesada. Na sequência, esta estimativa é dividida pela contribuição do trabalho no valor adicionado ( $\alpha_i^n$ ), de forma análoga à metodologia que parte da função de produção. Ou seja, ambas metodologias obtêm estimativas do *mark up* por meio da divisão de uma estimativa que é considerada não viesada da influência do trabalho no valor adicionado por uma estimativa que é considerada viesada, o que recai no tipo de análise já proposto por Mundlak (1963), desenvolvido por Hall (1986) e por Loecker e Warzynski (2009), entre outros estudos, e aplicado no presente trabalho.

Esta semelhança entre as metodologias faz com que seja esperada alguma semelhança entre as estimativas. Entretanto, há diferenças que podem impedir que isto seja observado. A principal diferença entre as metodologias é que o procedimento que parte da análise do resíduo de Solow assume a hipótese de retornos constantes de escala, sendo que a função de produção, por estimar as elasticidades-trabalho dos insumos, não assume esta hipótese, de forma que diferentes retornos de escala não afetam suas estimativas da relação entre preço e custo marginal.

Sobre as limitações da estimação do *mark up* por meio da função de produção, o principal problema encontrado nesta metodologia em sua aplicação no presente estudo está relacionado à obtenção dos parâmetros da função de produção, que apresentou problema para alguns setores. Talvez o fato de classificar as indústrias em setores afete o procedimento de estimação, já que nos artigos utilizados como base para aplicação deste procedimento (Blundell e Bond (1998) e Bond (2002)), a aplicação desta metodologia ocorre para o grupo industrial como um todo.

Dessa forma, apesar da semelhança dos procedimentos, ambos apresentam algumas especificidades que podem afetar seus resultados e comprometer a comparação. O aspecto mais evidente que diferencia as metodologias e que permite a comparação entre os resultados é a hipótese de retornos constantes de escala. É esperado que esta não afete as estimativas da função de produção, enquanto que em Charles e Perloff (1993) ficou evidenciado que na ausência desta hipótese o *mark up* estimado por meio do resíduo de Solow é viesado. Os autores mostraram por

meio de simulações que tais estimativas são sobreestimadas quando há retornos decrescentes e subestimadas quando há retornos crescentes de escala. Por isso, espera-se que as estimativas obtidas sejam próximas na presença de retornos constantes de escala e que as estimativas obtidas por meio do resíduo de Solow sejam maiores quando há retornos decrescentes e menores quando há retornos crescentes de escala.

A hipótese de retornos constantes de escala é avaliada por meio da aplicação do system GMM na especificação modificada da função de produção apresentada em (19) e (20). O p-valor do teste da hipótese empregada fornece a probabilidade de a hipótese de retornos constantes de escala não ser rejeitada. Esta equação foi estimada por meio do System GMM com duas defasagens para cada setor. Na tabela (9) o p-valor dos testes são expostos em conjunto com a soma dos coeficientes estimados pela função de produção e os *mark ups* estimados por meio do resíduo de Solow e da função de produção.

Tabela 9: Retornos de escala, coeficientes da função de produção e estimativas de *mark up*.

	Retornos constantes de escala*	$\beta^n + \beta^k$	Mark up	
			Resíduo de Solow	Função de produção
Extrativista	0,002	1,132 (0,086)	3,646 (0,500)	2,417 (0,024)
Alimentos	0,524	1,001 (0,200)	3,909 (0,640)	2,022 (0,278)
Têxtil	0,294	1,476 (0,087)	2,173 (0,385)	2,289 (0,072)
Florestal	0,021	1,636 (0,077)	3,483 (0,545)	3,812 (0,120)
Química	0,814	1,012 (0,271)	3,387 (0,579)	2,036 (0,363)
Minerais não metálicos	0,053	1,365 (0,075)	3,254 (0,482)	2,187 (0,048)
Metalurgia básica	0,119	1,821 (0,128)	2,855 (0,454)	3,434 (0,161)
Máquinas e equipamentos	0,789	1,214 (0,135)	2,274 (0,398)	1,973 (0,129)
Eletrônico	0,995	1,861 (0,595)	2,682 (0,434)	2,254 (0,297)
Equipamentos gerais	0,006	1,040 (0,112)	2,507 (0,434)	2,331 (0,064)
Veículos automotores	0,003	1,850 (0,222)	2,392 (0,398)	2,297 (0,144)

\*P-valor dos testes apresentados (Ho= retornos constantes de escala).

Desvio padrão entre parênteses.

Fonte: Resultados da pesquisa.

A comparação entre os resultados faz sentido para os setores que não apresentaram problema na estimação dos parâmetros da função de produção. Por isso, a análise se atém principalmente aos setores: extrativista, alimentos, têxtil, florestal, minerais não metálicos, metalurgia básica e eletro eletrônico.

Considerando estes setores, a hipótese de retornos constantes de escala é rejeitada somente para os setores extrativista e florestal considerando o nível de significância de 5%. Sendo esta hipótese rejeitada, a observação da soma dos coeficientes da função de produção pode ser utilizada para verificar qual hipótese é mais plausível, a de retornos crescentes ou decrescentes de escala. No caso do setor extrativista, a soma dos coeficientes estimados pela função de produção é próxima à unidade, de forma que não é possível descartar a hipótese de retornos decrescentes de escala apesar de esta soma ser superior à unidade. Dessa forma, a realização do teste e a observação dos coeficientes não permitem a obtenção de conclusões relevantes sobre os retornos de escala deste setor. Analisando conjuntamente as estimativas do *mark up*, nota-se que a metodologia de análise do resíduo de Solow gerou maiores estimativas em relação à metodologia da função de produção. Este fato representa que o cálculo da relação entre preço e custo marginal obtido pelo resíduo de Solow pode ser sobrestimado, o que representa um indício da presença de retornos decrescentes de escala para o setor extrativista. Ou seja, a análise conjunta do teste de retornos constantes de escala, dos coeficientes da função de produção e dos *mark ups* estimados indicam que a relação entre preço e custo marginal obtida pelo resíduo de Solow é sobrestimada por haver retornos decrescentes de escala neste setor.

Para o setor florestal, a observação da soma dos coeficientes estimados sugere que a hipótese de retornos constantes de escala é rejeitada pelo fato de os retornos serem crescentes. Caso este seja o caso, é esperado que a relação entre preço e custo marginal obtida por meio do resíduo de Solow seja subestimada e, conseqüentemente, inferior à obtida pela função de produção. Apesar de o desvio padrão das estimativas impedir assegurar que os coeficientes são estatisticamente diferentes, isto ocorre de fato. Dessa forma, os resultados sugerem que há retornos crescentes de escala para o setor florestal e que, por isso, o *mark up* deste setor é subestimado quando calculado pela análise do resíduo de Solow. Isto faz com que o setor florestal seja caracterizado como um dos setores de maior relação entre preço e custo marginal de todos analisados, já que foram encontradas altas estimativas com o emprego das duas metodologias.

Todos os demais setores que não apresentaram problemas na estimação dos parâmetros da função de produção não tiveram a hipótese de retornos constantes de escala rejeitada.



Isto indica que as estimativas de *mark up* não são viesadas e que estas devem ser iguais caso realmente ocorra retornos constantes de escala em tais setores. É importante ressaltar que o fato de a hipótese de retornos constantes não ser rejeitada não significa que esta característica está presente.

Os setores têxtil, metalurgia básica e eletro eletrônico apresentaram diferença entre as estimativas estatisticamente não significativas. Os setores têxtil e metalurgia básica apresentaram resultados com características semelhantes. Em ambos os casos o p-valor do teste de retornos constantes de escala foram próximos e ambos setores apresentam soma dos coeficientes da função de produção que sugerem que a hipótese de retornos crescentes de escala é a mais plausível caso não haja retornos constantes de escala. Com isso, é esperado que as estimativas de ambos setores obtidas por meio do resíduo de Solow sejam iguais ou inferiores às obtidas por meio da função de produção. As estimativas obtidas por meio da função de produção foram maiores de fato, mas esta diferença é pequena e insuficiente para caracterizar que os coeficientes são estatisticamente diferentes, o que está em acordo com o esperado. Já o setor eletro eletrônico apresentou maior p-valor do teste de retornos constantes de escala, apesar de a soma de seus coeficientes ser bastante superior à unidade. Isto é decorrente do fato de o desvio padrão de tais coeficientes serem bastante elevados. A proximidade entre as estimativas de *mark up* sugerem que de fato há retornos constantes de escala para este setor.

Dessa forma, o p-valor dos testes e as estimativas de *mark up* obtidas por meio das duas metodologias utilizadas indicam que há retornos constantes de escala para os setores têxtil, metalurgia básica e eletro eletrônico, e que as estimativas da relação entre preço e custo marginal obtidas por meio da análise do resíduo de Solow de tais setores não são viesadas.

Sobre os setores que não apresentaram problemas na estimação da função de produção, resta comentar os resultados obtidos para os setores alimentos e minerais não metálicos. No caso do setor alimentício, o teste indicou que a probabilidade de rejeição da hipótese de retornos constantes de escala é relativamente baixa. Os coeficientes da função de produção também indicam isto, sendo estes os que tiveram soma mais próximas da unidade. Dessa forma, a hipótese de retornos constantes de escala é provável. Contudo, caso esta hipótese não seja válida, é possível haver retornos decrescentes ou crescentes de escala. A observação das estimativas de *mark up* sugerem que a estimativa obtida por meio do resíduo de Solow é sobrestimada, o que pode ser explicado se considerarmos válida a hipótese de retornos decrescentes de escala. Ou seja, os resultados demonstram que a possibilidade de haver retornos decrescentes de escala

explica a relação entre as diferentes estimativas de *mark up*, apesar de a hipótese de retornos constantes de escala não ser rejeitada.

No caso de minerais metálicos, a hipótese de retornos constantes de escala apresentou p-valor do teste bastante reduzido. Caso a hipótese de retornos constantes de escala não seja válida, a soma dos coeficientes indica que é mais provável que haja retornos crescentes de escala. Contudo, isto indica que a relação entre preço e custo marginal obtida por meio do resíduo de Solow deveria ser subestimada, o que não ocorre já que esta é bastante superior à obtida por meio da função de produção. Com isso, este foi o único setor que a análise conjunta dos resultados apresentou inconsistência.

Os demais setores apresentaram problemas na etapa de estimação dos parâmetros da função de produção e, por isso, suas estimativas de *mark up* obtidas por meio da função de produção não são consideradas confiáveis. Sobre seus resultados no teste de retornos constantes de escala, a hipótese não foi rejeitada no caso dos setores químico e de máquinas e equipamentos, com alto p-valor dos testes. Isto é um indício de que as estimativas obtidas por meio do resíduo de Solow não são viesadas para estes setores. No caso de equipamentos gerais e veículos automotores, a hipótese de retornos constantes de escala foi rejeitada. O problema na estimativa dos parâmetros da função de produção impedem afirmar se isto indica que em tais setores é mais provável haver retornos crescentes ou decrescentes de escala, o que dificulta inferir se a estimativa obtida por meio do resíduo de Solow é subestimada ou sobrestimada para estes setores.

Com isso, o exercício realizado sobre as diferentes estimativas do *mark up* e suas relações com a hipótese de retornos constantes de escala gerou importantes conclusões sobre o comportamento das indústrias e sobre a relação entre os resultados obtidos pelas duas metodologias. A análise conjunta dos resultados permitiu observar que o setor florestal apresentou alta estimativa em ambas metodologias, sendo que a possibilidade de haver retornos crescentes de escala indica que a relação entre preço e custo marginal obtida pelo resíduo de Solow pode ter sido subestimada. O setor químico, que teve alta estimativa na etapa da análise do resíduo de Solow, apresentou grande probabilidade de ter retornos constantes de escala apesar de ter apresentado problemas na estimação de função de produção. Isto indica que o alto preço em relação ao custo marginal estimado por meio do resíduo de Solow não deve ser viesado. Os demais setores que apresentaram alta estimativa por meio do resíduo de Solow foram alimentos e extrativista. No entanto, é possível que haja retornos decrescentes de escala para tais setores, o

que pode fazer com que estas estimativas sejam sobrestimadas. Sobre os setores de baixo *mark up*, destaque para têxtil e máquinas e equipamentos. O setor têxtil apresentou baixa relação entre preço e custo marginal quando utilizado o resíduo de Solow, sendo a estimativa obtida por meio da função de produção próxima e a possibilidade de retornos constantes de escala não rejeitada. O setor máquinas e equipamentos apresentou problemas na estimação da função de produção, porém alta probabilidade de apresentar retornos constantes de escala, o que indica que o baixo *mark up* estimado por meio do resíduo de Solow não deve ser viesado.

Dessa forma, é possível notar que o preço é estatisticamente superior ao custo marginal em todos os setores. Mesmo no caso dos setores equipamentos gerais e veículos automotores, cujo problema na estimação da função de produção impediu a comparação dos resultados, e no caso do setor minerais não metálicos, que apresentou resultado diferente do esperado considerando as estimativas alternativas de *mark up* e de retorno de escala, os resultados indicaram que os preços são mais do que duas vezes superiores ao custo marginal. Para os setores florestal e químico, os resultados indicam que o preço é mais do que três vezes superior ao custo marginal, sendo que tais setores tiveram, respectivamente, preço entre 3,48 e 3,81 e 3,34 vezes maior do que o custo marginal. Para o setor metalurgia básica não há diferença estatisticamente significativa entre os *mark ups* estimados, porém a análise conjunta dos resultados indicam a possibilidade de haver retornos crescentes de escala. Caso isso ocorra de fato, é possível afirmar que este setor também apresenta preço mais do que três vezes superior ao custo marginal. Para o caso dos setores alimentos e extrativista, mesmo com os indícios de que as estimativas obtidas por meio do resíduo de Solow são sobrestimadas, o preço é pelo menos duas vezes maior do que o custo marginal. O setor eletro eletrônico apresentou grande probabilidade de ter retornos constantes de escala, o que indica que o preço deste setor é entre 2,25 e 2,68 vezes maior do que seu custo marginal. Têxtil e máquinas e equipamentos apresentaram baixas estimativas, sendo cada um dos setores o de menor estimativa em uma das metodologias aplicadas. Máquinas e equipamentos foi o único setor que apresentou estimativa inferior a dois em uma das metodologias, mas ainda assim o preço supera o custo marginal em mais de 90%, o que corrobora as evidências encontradas de que preço e custo marginal não são iguais para a indústria brasileira.

## 5 Conclusão

A aplicação da metodologia de análise do resíduo de Solow para inferir sobre aspectos concorrenciais gerou importantes constatações. O primeiro fato verificado foi que a hipótese conjunta de retornos constantes de escala e concorrência perfeita para a indústria nacional foi rejeitada. Na etapa de estimação da relação entre preço e custo marginal por meio desta metodologia foi possível observar que o uso de variáveis instrumentais afeta os resultados. Contudo, três dos quatro instrumentos selecionados apresentaram problemas, com estimativas negativas ou inferiores à unidade. Por isso, foi utilizado para a análise dos resultados somente taxa de câmbio como instrumento, o que gerou pequena alteração nas estimativas obtidas em relação à não utilização dos instrumentos.

Nesta etapa da pesquisa também foi possível observar que o emprego de diferentes combinações de instrumentos ou mesmo a não utilização desta técnica econométrica não interfere na relação entre as estimativas de *mark up* obtidas, de forma que o ordenamento das indústrias e setores que apresentaram maior ou menor relação do preço com o custo marginal não se alterou com o emprego destes diferentes procedimentos. Esta constatação permitiu a comparação dos resultados obtidos nesta etapa do presente estudo com os trabalhos encontrados na literatura que aplicam metodologia semelhante, comparação limitada pela diferente classificação dos setores utilizada nestas pesquisas. Este exercício gerou importantes considerações. Uma delas foi o fato de os setores alimentícios e químico terem apresentado altos *mark ups* em todos os trabalhos observados, inclusive no presente trabalho. Outro resultado interessante foi a redução da relação entre preço e custo marginal observada para o setor têxtil ao longo do período analisado pelos trabalhos. [Ferreira e Guillén \(2004\)](#) possuem como objetivo identificar mudanças no *mark up* que favoreçam a hipótese de que fatores concorrenciais tiveram influência no aumento da produtividade industrial brasileira observado em meados dos anos 1990. Contudo, os autores não encontraram variações significativas para nenhum dos setores, resultado contrário ao apresentado pelos principais trabalhos da área. O fato de as estimativas para este setor do presente estudo e de [Clezar et al. \(2010\)](#) sugerirem que houve redução do *mark up* representa que o aumento da concorrência pode ter impulsionado a produtividade neste caso e que [Ferreira e Guillén \(2004\)](#) podem não ter encontrado este efeito por considerarem um período insuficiente para verificar tais mudanças. Isto explica a divergência dos resultados encontrados pelos autores em relação à literatura e torna interessante este tipo de análise para um período maior.

Esta etapa do estudo também gerou importantes considerações sobre as indústrias analisadas. Destacaram-se as indústrias de fabricação de produtos de petróleo, extração de minério de ferro, fabricação de óleo, gorduras vegetais e animais, fabricação de cimento e fabricação de celulose, cujas estimativas indicaram preços mais do que seis vezes superior ao custo marginal. As menores estimativas da amostra foram de indústrias que não pertencem aos grupos têxtil e máquinas e equipamentos apesar de estes setores terem apresentado menor *mark up* médio. As menores estimativas foram das indústrias recondicionamento ou recuperação de motores e fabricação de lâmpadas e equipamentos de iluminação, ambas com preço menos do que 50% superior ao custo marginal. Das 104 indústrias analisadas, apenas 13 (12,50%) apresentaram preço menos do que duas vezes superior ao custo marginal.

Um dos aspectos relevantes desta metodologia é o fato de a possibilidade de haver retornos crescentes ou decrescentes de escala gerar viés nas estimativas de *mark up*. Por isso, também foram estimadas a relação do preço com o custo marginal por meio do estudo da função de produção. Este exercício gerou importantes constatações. Destaque para o fato de apenas um setor ter apresentado estimativa inferior à dois, o que está em acordo com os resultados encontrados na análise do resíduo de Solow, que gerou resultados superiores à dois para a maior parte todos setores e para grande parte das indústrias. Este resultado corrobora as evidências encontradas de que o preço é superior ao custo marginal para as indústrias brasileiras.

Outro resultado importante obtido na etapa da função de produção foi a confirmação do setor florestal como um dos que apresentaram maiores estimativas de *mark up*. O setor químico apresentou problema na obtenção da relação entre preço e custo marginal, mas o fato de a hipótese de retornos constantes de escala ser provável para este setor indica que não há viés na estimação realizada por meio do resíduo de Solow, o que faz com que o setor químico também seja caracterizado como um dos que apresentaram alto *mark up*. Os setores extrativista e alimentícios apresentaram as maiores estimativas na etapa do resíduo de Solow. Entretanto, no estudo da função de produção, as estimativas foram consideravelmente menores. A análise conjunta dos retornos de escala indica que a possibilidade de haver retornos decrescentes de escala pode explicar tais resultados, indicando que as estimativas obtidas por meio do resíduo de Solow devem ser sobrestimadas. De qualquer forma, a comparação da estimação por meio desta metodologia com a literatura que aplica procedimento semelhante não é comprometida, uma vez que na presente pesquisa, em [Ferreira e Guillén \(2004\)](#) e em [Clezar et al. \(2010\)](#) esta característica dos retornos de escala afetou os resultados, sendo que o fato utilizado para

comparação entre as estimativas é a alteração dos *mark ups* estimados.

A comparação dos resultados obtidos por meio do resíduo de Solow e da função de produção geraram resultados similares para os setores metalurgia básica e eletro eletrônico. Com isso, metalurgia básica também foi um dos setores que apresentou *mark up* relativamente alto. Eletro eletrônico apresentou estimativa média nos dois casos. O setor têxtil também apresentou estimativas próximas com aplicação de ambas metodologias, o que fez com que este fosse caracterizado como um setor de baixa relação entre preço e custo marginal. Máquinas e equipamentos apresentou problema na etapa de estimação da função de produção, mas o fato de a hipótese de retornos constantes de escala ser relativamente alta indica que não há viés na estimativa obtida por meio do resíduo de Solow, o que faz com que este setor também seja caracterizado pelo baixo *mark up*. Os setores equipamentos gerais e veículos automotores apresentaram problemas na estimação da função de produção e não foi possível obter inferências significativas acerca de retornos de escala, de forma que não é possível afirmar se as estimativas obtidas por meio do resíduo de Solow são sobrestimadas ou subestimadas. O setor minerais não metálicos foi o único que apresentou inconsistência na comparação entre os resultados, sendo que a comparação das estimativas da relação entre preço e custo marginal indica que deve haver retornos decrescentes de escala, mas a análise dos retornos de escala indica que estes devem ser crescentes.

**REFERÊNCIAS**

- ACKERBERG, D.; CAVES, K.; FRAZER, G. Structural identification of production functions. *mimeo, UCLA*, 2006.
- ANDERSON, T. W.; HSIAO, C. Estimation of dynamic models with error components. *Journal of the American Statistical Association*, American Statistical Association, v. 76, n. 375, p. 598–606, 1981. ISSN 01621459.
- ANTLE, J. M. The new economics of agriculture. *American journal of agricultural economics*, v. 81, p. 993–1010, 1999.
- ARELLANO, M.; BOND, S. Some testes of specification for panel data: Monte carlo evidence and an application to employment equations. *The Review of Economic Studies*, Vol.58, No. 2, pp 277-297, 1991.
- BLUNDELL, R.; BOND, S. Gmm estimation with persistent panel data: an application to production functions. *The institute for fiscal studies, Department of Economics, UCL, Working paper*, 1998.
- BOND, S. Dynamic panel data models: a guide to micro data methods and practice. *The institute for fiscal studies, Department of Economics, UCL, Working paper*, 2002.
- BRESNAHAN, T. F.; SCHMALENSEE, R. The empirical renaissance in industrial economics: an overview. *The Journal of Industrial Economics*, v. 35, n. 4, p. 371–378, Jun. 1987.
- BURNSIDE, C.; EICHENBAUM, M.; REBELO, S. Labor hoarding and the business cycle. *The Journal of Political Economy*, v. 101, n. 2, p. 245–273, 1993.
- CAMERON, A.; TRIVEDI, P. K. *Microeconometrics : Methods and Applications*. [S.l.: s.n.], 2005.
- CHARLES, H.; PERLOFF, J. M. Can market power be estimated? *Working Paper N° 689, Department of Agricultural and Resource Economics, UCB, UC Berkeley*, 1993.
- CLEZAR, R. V.; TRICHES, D.; MORAES, R. Poder de mercado, escala e a produtividade da indústria brasileira entre 1994 e 2007. In: *Anpec Sul*. [S.l.: s.n.], 2010.

DOMOWITZ, I.; HUBBARD, R. G.; PETERSEN, B. C. Business cycles and the relationship between concentration and price-cost margins. *The RAND Journal of Economics*, v. 17, p. 1–17, 1986.

FERREIRA, P. C.; GUILLÉN, O. T. de C. Estrutura competitiva, produtividade industrial e liberalização comercial no Brasil. *Revista Brasileira de Economia*, v. 4, n. 58, p. 507–532, 2004.

FERREIRA, P. C.; JUNIOR, J. L. R. *New evidence on trade liberalization and productivity growth*. Agosto 2001. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10438/399>>.

FILHO, J. B. de S. F.; ALVES, L. R. A.; MEYER, L. G. Análise setorial da balança comercial da cadeia têxtil brasileira. In: *XV Simpósio Internacional de Iniciação Científica (SIICUSP)*. [S.l.: s.n.], 2007.

GARCIA, F. A evolução da produtividade total de fatores na economia brasileira: uma análise do período pós-real. *Núcleo de Pesquisas e Publicações, EAESP/FGV/NPP*, 2003.

GREYER, E. T. Industrial organization: Past history and future prospects. *American Economic Review*, v. 60, p. 83–89, 1970.

GRILICHES, Z.; MAIRESSE, J. *Production Functions: The Search for Identification*. [S.l.], 1995.

HALL, R. E. Market structure and macroeconomic fluctuations. *Brookings Paper on Economic Activity*, v. 17, p. 285–338, 1986.

HALL, R. E. The relation between price and marginal cost in U.S. industry. *The Journal of Political Economy*, v. 96, p. 921–947, 1988.

HALL, R. E. Invariance properties of Solow's productivity residual. *NBER Working Paper*, v. 3034, 1989.

HAYEK, F. A. The use of knowledge in society. *The American Economic Review*, v. 35, n. 4, p. 519–530, September 1945.

JUSELIUS, M.; KIM, M.; RINGBOM, S. Do markups dynamics reflect fundamentals or changes in conduct? *Bank of Finland Research, Discussion Papers*, v. 12, 2009.



KLETTE, T. J. Market power, scale economies and productivity: Estimates from a panel of establishment data. *The Journal of Industrial Economics*, v. 47, p. 451–476, 1999.

LEVINSOHN, J.; PETRIN, A. Estimating production functions using inputs to control for unobservables. *Review of Economics Studies*, v. 70, p. 317–340, 2003.

LOECKER, J. D. Recovering markups from production data. *International Journal of Industrial Organization*, v. 29, p. 350 – 355, May 2011.

LOECKER, J. de; WARZYNSKI, F. Markups and firm-level export status. *NBER Working Paper series*, 2009. Disponível em: <<http://www.nber.org/papers/w15198>>.

MARTINS, J. O.; SCARPETTA, S.; PILAT, D. Mark-up pricing. market structure and the business cycle. *OECD Economic Studies*, n. 27, 1996.

MOREIRA, M. M. *A indústria nos anos 90. O que já se pode dizer*. 1999. Disponível em: <[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/livro/eco90\\_09.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/livro/eco90_09.pdf)>.

MUENDLER, M.-A. Trade, technology, and productivity: a study of brazilian manufactures, 1986-1986. *University of California, San Diego and CESifo*, February 2004.

MUNDLAK, Y. *Estimation of Production and Behavioral Functions from a Combination of Cross-Section and Time-Series Data*. [S.l.]: Stanford University Press, 1963.

OLLEY, S. G.; PAKES, A. The dynamics of productivity in the telecommunications equipment industry. *Econometrica*, v. 64 (6), p. 1263–1297, 1996.

PANZAR, J. C.; ROSSE, J. N. Testing for 'monopoly' equilibrium. *The journal of industrial economics*, v. 35, p. 443–456, 1987.

PEREIRA, T.; CARVALHO, A. *Abertura comercial, mark ups setoriais domésticos e rentabilidade relativa das exportações*. Julho 1998. Disponível em: <[http://agencia.ipea.gov.br/pub/td/1998/td\\_0571.pdf](http://agencia.ipea.gov.br/pub/td/1998/td_0571.pdf)>.

RADULESCU, M. A. *Cartel Deterrence and the impact of competition policy on price-cost margins*. Dissertação (Mestrado) — Aarhus School of Business, University of Aarhus, 2010.

ROEGER, W. Can imperfect competition explain the difference between primal and dual productivity measures? estimates for u.s. manufacturing. *The Journal of Political Economy*, v. 103, p. 316 – 330, 1995.

SHAPIRO, M. D. Measuring market power in u.s. industry. *NBER Working Paper*, n. 2212, 1987.

SOLOW, R. M. Technical change and the aggregate production function. *The Review of Economics and Statistics*, v. 39, n. 3, p. 312–320, August 1957.

## ANEXO I - Teste de Robustez

Para verificar o impacto do uso de uma diferente série de capital nos resultados, foram estimados os *mark ups* utilizando a série alternativa calculada com o uso de taxa de câmbio como instrumento. Os resultados podem ser observados na figura (5).

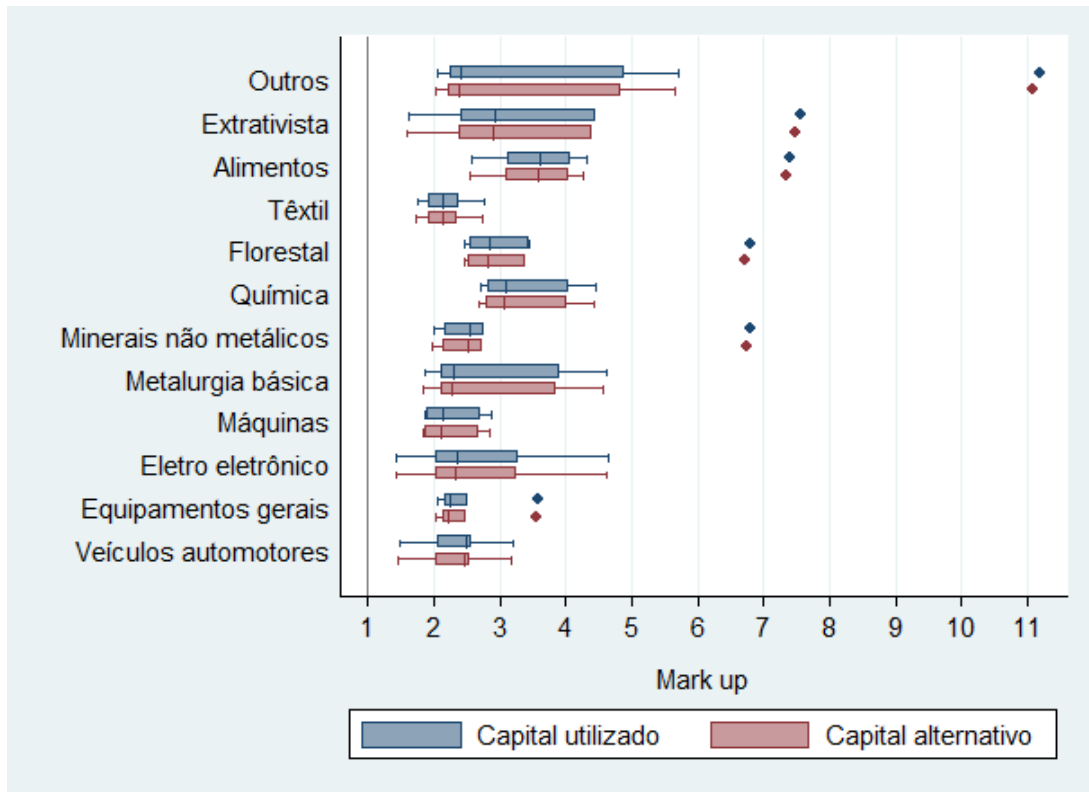


Figura 5: Estimativas de *mark up* por meio do resíduo de Solow com duas séries de capital distintas. Fonte: Resultados da pesquisa.

A figura evidencia que não houve impacto significativo nas estimativas, sendo que a alteração nos resultados ocorre de forma homogênea. Assim, o uso desta diferente série de capital não altera o ordenamento das estimativas da relação entre preço e custo marginal. Deve-se ressaltar que em ambos os casos foram utilizados o procedimento de estoque perpétuo de capital, de forma que o que é alterado nas duas séries é o estoque de capital utilizado. Isto gera grande semelhança entre as séries o que explica esta reduzido impacto nas estimativas.

## ANEXO II - Tabelas adicionais

Tabela 10: Classificação CNAE três dígitos das indústrias e seus respectivos setores.

CNAE	Indústria
<b>Setor Extrativista</b>	
10.0	Extração de carvão mineral
11.2	Atividades de serviços relacionados com extração de petróleo e gás
13.1	Extração de minério de ferro
13.2	Extração de minerais metálicos não-ferrosos
14.1	Extração de pedra, areia e argila
14.2	Extração de outros minerais não-metálicos
<b>Setor Alimentício</b>	
15.1	Abate e preparação de produtos de carne e de pescado
15.2	Processamento, preservação e produção de conservas de frutas, legumes e outros vegetais
15.3	Produção de óleos, gorduras vegetais e animais
15.4	Laticínios
15.5	Moagem, fabricação de produtos amiláceos e de rações balanceadas para animais
15.6	Fabricação e refino de açúcar
15.7	Torrefação e moagem de café
15.8	Fabricação de outros produtos alimentícios
15.9	Fabricação de bebidas
<b>Setor Têxtil</b>	
17.1	Beneficiamento de fibras têxteis naturais
17.2	Fiação
17.3	Tecelagem - inclusive fiação e tecelagem
17.4	Fabricação de artefatos têxteis, incluindo tecelagem
17.5	Acabamento em fios, tecidos e artigos têxteis para teceiros
17.6	Fabricação de artefatos têxteis a partir de tecidos - exceto vestuário - e de outros artigos têxteis
17.7	Fabricação de tecidos e artigos de malha
18.1	Confecção de artigos do vestuário
18.2	Fabricação de acessórios do vestuário e de segurança profissional - exceto calçados
19.1	Curtimento e outras preparações de couro
19.2	Fabricação de artigos para viagem e de artefatos diversos de couro
19.3	Fabricação de calçados
<b>Setor Florestal</b>	
20.1	Desdobramento de madeira
20.2	Fabricação de produtos de madeira, cortiça e material trançado - exceto móveis
21.1	Fabricação de celulose e outras pastas para a fabricação de papel
21.2	Fabricação de papel, papelão liso, cartolina e cartão
21.3	Fabricação de embalagens de papel ou papelão
21.4	Fabricação de artefatos diversos de papel, papelão, cartolina e cartão
<b>Setor Químico</b>	
24.1	Fabricação de produtos químicos inorgânicos
24.2	Fabricação de produtos químicos orgânicos
24.3	Fabricação de resinas e elastômeros
24.4	Fabricação de fibras, fios, cabos e filamentos contínuos artificiais e sintéticos
24.5	Fabricação de produtos farmacêuticos
24.6	Fabricação de defensivos agrícolas
24.7	Fabricação de sabões, detergentes, produtos de limpeza e artigos de perfumaria
24.8	Fabricação de tintas, vernizes, esmaltes, lacas e produtos afins
24.9	Fabricação de produtos e preparados químicos diversos
<b>Setor de Minerais não-metálicos</b>	
26.1	Fabricação de vidro e de produtos do vidro
26.2	Fabricação de cimento
26.3	Fabricação de artefatos de concreto, cimento, fibrocimento, gesso e estuque

(Continua na página seguinte)

Tabela 10: Classificação CNAE três dígitos das indústrias e seus respectivos setores (Continuação)

CNAE	Indústria
26.4	Fabricação de produtos cerâmicos
26.9	Aparelhamento de pedras e fabricação de cal e de outros produtos de minerais não-metálicos
Setor de Metalurgia básica	
27.1	Produção de ferro-gusa e de ferroligas
27.2	Siderurgia
27.3	Fabricação de tubos - exceto em siderúrgicas
27.4	Metalurgia dos metais não-ferrosos
27.5	Fundição
28.1	Fabricação de estruturas metálicas e obras de caldeiraria pesada
28.2	Fabricação de tanques, caldeiras e reservatórios metálicos
28.3	Forjaria, estamparia, metalurgia do pó e serviços de tratamento de metais
28.4	Fabricação de artigos de cutelaria, de serralheria e ferramentas manuais
28.9	Fabricação de produtos diversos de metal
Setor de Máquinas e equipamentos	
29.1	Fabricação de motores, bombas, compressores e equipamentos de transmissão
29.2	Fabricação de máquinas e equipamentos de uso geral
29.3	Fabricação de tratores e de máquinas e equipamentos para a agricultura, avicultura e obtenção de produtos animais
29.4	Fabricação de máquinas-ferramenta
29.5	Fabricação de máquinas e equipamentos de usos na extração mineral e construção
29.6	Fabricação de outras máquinas e equipamentos de uso específico
29.7	Fabricação de armas, munições e equipamentos militares
29.8	Fabricação de eletrodomésticos
Setor Eletro eletrônico	
30.1	Fabricação de máquinas para escritório
30.2	Fabricação de máquinas e equipamentos de sistemas eletrônicos para processamento de dados
31.1	Fabricação de geradores, transformadores e motores elétricos
31.2	Fabricação de equipamentos para distribuição e controle de energia elétrica
31.3	Fabricação de fios, cabos e condutores elétricos isolados
31.4	Fabricação de pilhas, baterias e acumuladores elétricos
31.5	Fabricação de lâmpadas e equipamentos de iluminação
31.6	Fabricação de material elétrico para veículos - exceto baterias
31.9	Fabricação de outros equipamentos e aparelhos elétricos
32.1	Fabricação de material eletrônico básico
32.2	Fabricação de aparelhos e equipamentos de telefonia e radiotelefonia e de transmissores de televisão e rádio
32.3	Fabricação de aparelhos receptores de rádio e televisão e de reprodução, gravação ou amplificação de som e vídeo
Setor de Equipamentos gerais	
33.1	Fabricação de aparelhos e instrumentos para usos médico-hospitalares, odontológicos e de laboratórios e aparelhos ortopédicos
33.2	Fabricação de aparelhos e instrumentos de medida, teste e controle - exceto equipamentos para controle de processos industriais
33.3	Fabricação de máquinas, aparelhos e equipamentos de sistemas eletrônicos dedicados à automação industrial e controle do processo produtivo
33.4	Fabricação de aparelhos, instrumentos e materiais ópticos, fotográficos e cinematográficos
33.5	Fabricação de cronômetros e relógios
Setor de Veículos Motores	
34.1	Fabricação de automóveis, caminhonetas e utilitários
34.2	Fabricação de caminhões e ônibus
34.3	Fabricação de cabines, carrocerias e reboques
34.4	Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores
34.5	Recondicionamento ou recuperação de motores para veículos automotores
35.1	Construção e reparação de embarcações
35.2	Construção, montagem e reparação de veículos ferroviários
35.3	Construção, montagem e reparação de aeronaves

(Continua na página seguinte)

Tabela 10: Classificação CNAE três dígitos das indústrias e seus respectivos setores (Continuação)

CNAE	Indústria
35.9	Fabricação de outros equipamentos de transporte
Outras indústrias	
16.0	Fabricação de produtos do fumo
22.1	Edição; edição e impressão
22.2	Impressão e serviços conexos para terceiros
22.3	Reprodução de materiais gravados
23.1	Coquerias
23.2	Fabricação de produtos derivados do petróleo
23.4	Produção de álcool
25.1	Fabricação de artigos de borracha
25.2	Fabricação de produtos de material plástico
36.1	Fabricação de artigos do mobiliário
36.9	Fabricação de produtos diversos
37.1	Reciclagem de sucatas metálicas
37.2	Reciclagem de sucatas não-metálicas

Fonte: PIA-Empresa (CNAE 1.0)

Tabela 11: Distribuição do valor agregado por setor (em mil R\$).

Setor	Nº de observações	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Extrativista	72	13.138,94	19.080,97	492,20	54.952,04
Alimentos	108	5.117,57	5.123,39	673,70	17.792,03
Têxtil	144	1.437,54	1.151,99	270,42	3.414,69
Florestal	72	9.723,54	15.749,24	434,14	44.288,01
Química	108	8.699,26	5.251,04	2.851,48	17.891,16
Minaerais não metálicos	60	3.583,50	4.264,85	417,21	11.358,49
Metalurgia básica	120	7.361,69	10.168,54	469,72	28.888,08
Máquinas e equipamentos	96	4.942,83	3.753,54	1.567,88	12.828,54
Eleto eletrônico	144	5.179,94	4.004,11	1.178,53	16.186,87
Equipamentos gerais	60	2.167,74	780,57	1.432,56	3.244,58
Veículos automotores	108	27.224,03	39.303,37	239,47	106.394,10
Outros	156	21.676,48	60.648,76	274,72	230.394,60

Fonte: Elaborado pelos autores com dados da PIA.

Tabela 12: Valor adicionado médio entre 1996 e 2007 das indústrias excluídas da exposição gráfica (em mil R\$).

CNAE	Setor	Valor adicionado
232	Outros	230.394,6
342	Veículos automotores	106.394,1
341	Veículos automotores	92.099,37
131	Extrativista	54.952,04
211	Florestal	44.288,01

Fonte: Elaborado pelos autores com dados da PIA.

Tabela 13: Distribuição do trabalho empregado por setor (em horas/ano).

Setor	Nº de observações	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Extrativista	72	166.24	99.99	37.36	329.16
Alimentos	108	209.21	295.53	46.00	1,020.36
Têxtil	144	116.63	76.68	44.33	279.07
Florestal	72	124.14	76.58	48.93	272.75
Química	108	129.93	60.99	69.07	279.84
Mineiras não metálicos	60	78.86	44.79	34.71	154.59
Metalurgia básica	120	138.70	134.32	42.57	496.83
Máquinas e equipamentos	96	178.62	144.81	76.01	527.04
Eletro eletrônico	144	144.87	64.83	66.41	293.01
Equipamentos gerais	60	85.86	23.28	63.61	130.07
Veículos automotores	108	435.05	508.47	36.10	1,414.73
Outros	156	149.97	172.77	30.63	636.77

Fonte: Elaborado pelos autores com dados da PIA.

Tabela 14: Trabalho utilizado médio entre 1996 e 2007 das indústrias excluídas da exposição gráfica (em mil horas).

CNAE	Setor	Trabalho
341	Veículos automotores	1.414,72
342	Veículos automotores	1.326,19
156	Alimentos	1.020,355
234	Outros	636,77

Fonte: Elaborado pelos autores com dados da PIA.

Tabela 18: Estimativas de *mark up* por indústria sem instrumento (m1) e com taxa de câmbio como instrumento (m2).

CNAE	m1	m2	m1	m2	CNAE	m1	m2	CNAE	m1	m2	
Extrativista			Florestal		Minerais não metálicos			Equipamentos gerais			
112	1,579	1,608	202	2,427	2,471	264	1,960	1,996	332	2,006	2,042
	(0,037)	(0,290)		(0,057)	(0,441)		(0,047)	(0,366)		(0,047)	(0,369)
100	2,354	2,397	201	2,492	2,537	263	2,116	2,154	333	2,121	2,160
	(0,056)	(0,437)		(0,059)	(0,458)		(0,051)	(0,393)		(0,050)	(0,386)
141	2,452	2,497	214	2,713	2,762	269	2,501	2,546	331	2,199	2,239
	(0,058)	(0,453)		(0,065)	(0,505)		(0,059)	(0,456)		(0,052)	(0,405)
142	3,304	3,364	213	2,852	2,904	261	2,723	2,772	334	2,473	2,518
	(0,078)	(0,606)		(0,066)	(0,514)		(0,064)	(0,497)		(0,058)	(0,450)
132	4,371	4,450	212	3,372	3,433	262	6,680	6,800	335	3,515	3,579
	(0,094)	(0,731)		(0,077)	(0,596)		(0,144)	(1,120)		(0,084)	(0,651)
131	7,428	7,562	211	6,670	6,791						
	(0,123)	(0,956)		(0,134)	(1,044)						
Alimentos			Química			Veículos automotores			Máquinas		
158	2,522	2,567	248	2,654	2,702	345	1,453	1,479	297	1,824	1,857
	(0,060)	(0,466)		(0,062)	(0,483)		(0,034)	(0,270)		(0,043)	(0,333)
151	3,016	3,071	245	2,730	2,779	343	1,890	1,925	296	1,830	1,863
	(0,071)	(0,554)		(0,065)	(0,507)		(0,044)	(0,347)		(0,043)	(0,337)
157	3,052	3,108	244	2,775	2,825	351	2,020	2,056	294	1,860	1,894
	(0,072)	(0,562)		(0,061)	(0,477)		(0,048)	(0,372)		(0,044)	(0,344)

(Continua na página seguinte)

Tabela 18: Estimativas de *mark up* por indústria sem instrumento (m1) e com taxa de câmbio como instrumento (m2) (Continuação)

CNAE	m1	m2	CNAE	m1	m2	CNAE	m1	m2	CNAE	m1	m2
156	3,231 (0,073)	3,289 (0,564)	249	2,778 (0,065)	2,828 (0,507)	344	2,143 (0,050)	2,181 (0,392)	292	2,092 (0,050)	2,130 (0,389)
154	3,543 (0,083)	3,607 (0,647)	247	3,033 (0,073)	3,088 (0,567)	352	2,439 (0,055)	2,483 (0,429)	291	2,111 (0,050)	2,149 (0,391)
152	3,686 (0,086)	3,752 (0,671)	242	3,529 (0,083)	3,593 (0,642)	342	2,452 (0,052)	2,496 (0,403)	298	2,664 (0,063)	2,712 (0,491)
155	4,010 (0,093)	4,083 (0,723)	246	3,978 (0,090)	4,050 (0,696)	341	2,522 (0,058)	2,568 (0,452)	295	2,669 (0,063)	2,718 (0,486)
159	4,227 (0,098)	4,304 (0,763)	241	4,081 (0,094)	4,155 (0,732)	359	3,074 (0,073)	3,130 (0,563)	293	2,819 (0,064)	2,870 (0,499)
153	7,273 (0,154)	7,405 (1,201)	243	4,382 (0,099)	4,461 (0,766)	353	3,153 (0,064)	3,210 (0,500)			
Outros			Eletr eletrônico			Têxtil			Metalurgia básica		
361	2,007 (0,048)	2,043 (0,374)	315	1,402 (0,034)	1,427 (0,261)	175	1,711 (0,041)	1,742 (0,318)	281	1,827 (0,044)	1,860 (0,339)
372	2,057 (0,049)	2,094 (0,381)	316	1,978 (0,047)	2,014 (0,362)	192	1,715 (0,041)	1,746 (0,319)	275	1,947 (0,046)	1,982 (0,355)
371	2,159 (0,051)	2,198 (0,398)	314	1,988 (0,047)	2,024 (0,365)	181	1,769 (0,042)	1,801 (0,330)	282	2,079 (0,049)	2,116 (0,377)
252	2,194 (0,0526)	2,234 (0,409)	311	2,014 (0,048)	2,050 (0,369)	182	2,008 (0,047)	2,044 (0,368)	283	2,130 (0,050)	2,168 (0,386)
222	2,240 (0,053)	2,280 (0,415)	312	2,208 (0,051)	2,248 (0,397)	193	2,029 (0,049)	2,066 (0,378)	284	2,175 (0,052)	2,214 (0,406)
369	2,261 (0,054)	2,302 (0,422)	321	2,230 (0,052)	2,270 (0,402)	172	2,063 (0,049)	2,100 (0,382)	289	2,336 (0,055)	2,379 (0,429)
251	2,367 (0,056)	2,410 (0,436)	319	2,407 (0,056)	2,450 (0,439)	174	2,155 (0,051)	2,193 (0,396)	273	2,826 (0,066)	2,877 (0,512)
221	2,548 (0,061)	2,594 (0,473)	313	2,571 (0,061)	2,618 (0,476)	176	2,223 (0,053)	2,263 (0,412)	274	3,826 (0,084)	3,895 (0,651)
234	3,081 (0,071)	3,136 (0,553)	302	3,054 (0,070)	3,109 (0,547)	177	2,271 (0,054)	2,312 (0,422)	272	4,369 (0,092)	4,448 (0,716)
160	4,792 (0,111)	4,879 (0,866)	323	3,401 (0,078)	3,463 (0,610)	173	2,401 (0,056)	2,444 (0,438)	271	4,530 (0,095)	4,611 (0,741)
231	4,805 (0,076)	4,891 (0,592)	322	3,790 (0,091)	3,859 (0,704)	191	2,553 (0,058)	2,599 (0,452)			
223	5,610 (0,129)	5,711 (1,004)	301	4,574 (0,096)	4,656 (0,747)	171	2,712 (0,062)	2,761 (0,483)			
232	10,998 (0,159)	11,197 (1,233)									

Desvio padrão entre parênteses.

Fonte: Resultados da pesquisa.



Tabela 15: Distribuição do capital médio por setor entre 1996 e 2007 (em mil R\$).

Setor	Nº de observações	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Extrativista	72	83.558,10	155.805,90	3.175,25	428.858,60
Alimentos	108	26.327,95	27.095,85	3.356,43	82.743,50
Têxtil	144	5.701,67	5.460,62	781,45	17.611,72
Florestal	72	92.334,17	157.326,90	1.792,25	434.326,30
Química	108	38.367,98	27.218,82	9.341,00	86.123,25
Mineiras não metálicos	60	41.637,30	67.707,87	2.560,90	174.835,10
Metalurgia básica	120	118.843,30	299.924,20	1.404,19	1.011.184,00
Máquinas e equipamentos	96	16.556,88	15.840,33	3.625,84	53.001,40
Eletrônico	144	16.928,61	12.580,36	2.321,76	40.040,36
Equipamentos gerais	60	6.218,02	3.409,05	2.925,07	10.597,55
Veículos automotores	108	253.776,40	589.596,80	804,61	1.891.679,00
Outros	156	101.885,80	297.693,30	404,57	1.126.588,00

Fonte: Elaborado pelos autores com dados da PIA.

Tabela 16: Capital médio entre 1996 e 2007 das indústrias excluídas da exposição gráfica (em mil R\$).

CNAE	Setor	Trabalho utilizado
342	Veículos automotores	1,891,679.00
232	Outros	1,126,588.00
271	Metalurgia básica	1,011,184.00
211	Florestal	434,326.30
131	Extrativista	428,858.60
342	Veículos automotores	315,515.50
297	Fabricação de armas, munições e equipamentos militares	27,510.63

Fonte: Elaborado pelos autores com dados da PIA.

Tabela 17: Construção do resíduo de Solow (variação percentual média das indústrias).

Ano	Crescimento do valor adicionado	Crescimento das horas trabalhadas	Participação do trabalho	Crescimento ponderado das horas trabalhadas	Resíduo de Solow
	$\Delta q$	$\Delta n$	$\alpha^n$	$\alpha \Delta n$	$\Delta q - \alpha \Delta n$
1996			0,502		
1997	-5,253	-17,873	0,486	-8,282	3,030
1998	-14,477	-18,781	0,482	-8,732	-5,108
1999	-0,789	-14,470	0,417	-5,807	5,018
2000	-0,603	-9,306	0,401	-3,121	2,517
2001	0,103	-12,981	0,381	-4,802	4,905
2002	0,099	-11,824	0,373	-4,349	4,449
2003	-0,940	-9,352	0,387	-2,920	1,980
2004	4,351	-4,620	0,374	-1,780	6,131
2005	-7,858	-10,424	0,383	-3,971	-3,887
2006	-5,026	-9,076	0,385	-3,428	-1,598
2007	0,635	-4,105	0,389	-1,415	2,051

Fonte: Resultados da pesquisa.

Tabela 19: *Mark up* obtido por setor por meio do resíduo de Solow.

	Média	Desvio Padrão
Alimentos	3,909	0,640
Extrativista	3,646	0,500
Florestal	3,483	0,545
Química	3,387	0,579
Minerais não metálicos	3,254	0,482
Metalurgia básica	2,855	0,454
Eletro eletrônico	2,682	0,434
Equipamentos gerais	2,507	0,434
Veículos automotores	2,392	0,398
Máquinas e equipamentos	2,274	0,398
Têxtil	2,173	0,385
Outros	3,690	0,501

Fonte: Resultados da pesquisa

Tabela 20: Estimativa dos parâmetros da função de produção via System GMM (t-3).

	Extrativista	Alimentos	Têxtil	Florestal	Química	Minerais não metálicos
$\beta^n$	1,011 (0,112)	0,403 (0,057)	1,152 (0,027)	1,968 (0,056)	0,704 (0,090)	0,832 (0,027)
$\beta^k$	0,052 (0,063)	0,583 (0,138)	0,170 (0,073)	0,194 (0,012)	0,490 (0,147)	0,463 (0,081)
$\rho$	0,836 (0,006)	0,346 (0,077)	0,716 (0,056)	0,642 (0,034)	0,687 (0,080)	0,905 (0,055)
Comfac	0,087	0,440	0,102	0,000	0,702	0,000
Sargan	0,004	0,503	0,555	0,834	0,007	0,085
Hansen	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
D-Sargan	0,052	1,000	0,230	0,986	0,044	0,607
D-Hansen	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
AR(2)	0,228	0,931	0,476	0,556	0,270	0,385
	Metalurgia básica	Máquinas e equipamentos	Eletrô eletrônico	Equipamentos gerais	Veículos automotores	Outros
$\beta^n$	1,377 (0,086)	1,204 (0,041)	0,880 (0,140)	1,047 (0,093)	1,217 (0,089)	0,719 (0,133)
$\beta^k$	0,322 (0,040)	-0,003 (0,061)	1,108 (0,384)	-0,006 (0,181)	0,742 (0,170)	0,261 (0,421)
$\rho$	0,546 (0,050)	0,590 (0,033)	0,532 (0,092)	0,441 (0,033)	0,895 (0,053)	0,853 (0,056)
Comfac	0,236	0,115	0,133	0,000	0,005	0,111
Sargan	0,600	0,421	1,000	0,030	0,020	0,441
Hansen	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
D-Sargan	1,000	0,412	1,000	0,461	0,045	0,563
D-Hansen	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
AR(2)	0,328	0,392	0,896	0,159	0,316	0,037

P-valor dos testes apresentados. Comfac: Ho = Restrições dos fatores comuns são válidas; Sargan e Hansen: Ho = Instrumentalização para GMM adequada; D-Sargan e D-Hansen: Ho = Instrumentalização para o System GMM adequada; AR(2): Não há correlação serial de segunda ordem do resíduo. Desvio padrão entre parênteses.

Fonte: Resultados da pesquisa.