



Universidade de Brasília
Departamento de Economia – Pós-Graduação

CARLA POLIANA SANTOS ÁVILA

Título:

Estudo da Evolução do markup e da produtividade em mercados selecionados

Tese de Doutorado apresentada como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutora em Economia pelo Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade de Brasília.

Orientador: Victor Gomes

Brasília
Agosto, 2023

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade e Gestão Pública
Departamento de Economia
Programa de Pós-Graduação em Economia

Carla Poliana Santos Ávila

Estudo da Evolução do markup e da produtividade em mercados selecionados

Tese de Doutorado apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Doutora em Economia pelo Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade de Brasília.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Victor Gomes e Silva

Departamento de Economia – UnB
Orientador

Prof. Dr. Roberto de Goes Ellery Junior

Departamento de Economia – UnB

Prof. Dr. Eduardo Pontual Ribeiro

Instituto de Economia – UFRJ

Prof. Dr. Emanuel Ornelas

Escola de Economia de São Paulo – FGV EESP

Agradecimentos

À Deus, sem o qual nada é possível.

Ao Prof. Victor Gomes (orientador) pela orientação na escolha do tema e pelo auxílio na execução dos métodos e no tratamento dos dados.

Aos professores do Programa da Pós-Graduação em Economia da UNB (PPGECO), pelo aprendizado.

Ao meu marido Jorge pelo auxílio e compreensão nos momentos decisivos do doutorado e pelas sugestões.

Aos meus pais e à minha tia Cleide pelo apoio, motivação e compreensão que tiveram nesse período.

À minha chefe Sandra que possibilitou que eu frequentasse as aulas na UnB.

A todas as pessoas que, de alguma forma, contribuíram direta ou indiretamente para o desenvolvimento desse trabalho, **MUITO OBRIGADA!**

Resumo

A presente tese está dividida em três capítulos que possuem o objetivo em comum de estudar a evolução da produtividade e *markup* ao longo do tempo para setores selecionados, além de discutir os procedimentos para estimação de funções de produção. O capítulo inicial apresenta um resumo da literatura relativamente às metodologias de estimação de funções de produção e markups ao nível da firma.

O segundo capítulo investiga a evolução da produtividade e dos *markups* das empresas norte americanas de transporte aéreo de passageiros no período 1995 a 2019. Os resultados indicam que a entrada das empresas *low-cost* inicialmente aumentou o nível de competição do setor, com conseqüente redução nos markups no período 1996-2008. A elevação nos preços dos combustíveis durante esse período também contribuiu para essa redução de markup, pois as empresas aéreas apresentam dificuldade em repassar aumentos nessa linha de custo aos preços das passagens. Posteriormente, no entanto, o setor passou por diversas fusões e aquisições, o que aparentemente reduziu o nível de competição, levando a um crescimento dos markups.

Por último, o terceiro capítulo aborda a indústria de aço brasileira no período 1990-1998, período marcado por intensa reestruturação do setor. Nesse período, pode-se destacar a privatização das principais empresas siderúrgicas, a racionalização administrativa e, posterior consolidação societária, além do movimento de abertura comercial na primeira metade da década. Apesar dessas transformações, não foi observada uma evolução significativa da eficiência produtiva na siderurgia brasileira nesse período. Por outro lado, observou-se substancial redução na dispersão tanto das produtividades quanto nos markups, indicando uma melhoria da eficiência alocativa no setor. Assim, apesar do forte aumento da concentração de mercado ocorrido no período, foi observada uma redução do poder de mercado.

Abstract

The present thesis is divided into three chapters that have the common objective of studying the evolution of productivity and markups over time for selected industries, as well as discussing the procedures for the estimation of production functions. The initial chapter provides a literature review regarding the methodologies for estimating production functions and markups at the firm level.

The second chapter investigates the evolution of productivity and markups of US passenger airlines from 1995 to 2019. The results indicate that the entry of Low-Cost carriers initially increased the level of competition in the sector, resulting in a reduction in markups during the period 1996-2008. The increase in fuel prices during this period also contributed to this reduction in markup, as airlines faced difficulties in passing cost increases to ticket prices. However, the sector later underwent several mergers and acquisitions, which apparently reduced the level of competition and led to an increase in markups.

Lastly, the third chapter addresses the Brazilian steel industry during the period 1990-1998, a period marked by intense sector restructuring. During this period, noteworthy events include the privatization of major steel companies, administrative rationalization, subsequent corporate consolidation, and the movement towards trade liberalization in the first half of the decade. Despite these transformations, there was no significant improvement in productive efficiency in the Brazilian steel industry during this period. On the other hand, there was a substantial reduction in the dispersion of both productivity and markups, indicating an improvement in allocative efficiency within the sector. Thus, despite the significant increase in market concentration during the period, market power decreased.

Índice

| | |
|---|----|
| Introdução..... | 10 |
| Métodos empíricos para a mensuração da produtividade e poder de mercado | 12 |
| 1. Estimação de funções de produção | 12 |
| 1.1. Olley e Pakes (1996) | 12 |
| 1.2. Levinsohn e Petrin (2003) | 18 |
| 1.3. Akerberg, Caves e Frazer (2015)..... | 20 |
| 1.4. De Loecker, Goldberg, Khandelwal e Pavcnik (2016) | 23 |
| 2. Implementação do Método ACF (2015) | 24 |
| 3. Markups..... | 27 |
| Referências bibliográficas | 28 |
| Evolução da produtividade e do markup na indústria de transporte aéreo dos Estados Unidos | 30 |
| 1. Introdução..... | 30 |
| 2. Revisão da literatura sobre o setor aéreo dos Estados Unidos | 32 |
| 3. Base de dados e Metodologia..... | 42 |
| 3.1. Base de dados | 42 |
| 4. Resultados Empíricos | 49 |
| 4.1. Evolução do Markup | 52 |
| 4.2. Evolução da produtividade do setor aéreo dos Estados Unidos..... | 68 |
| Conclusão | 72 |
| Referências bibliográficas | 74 |
| Apêndice A – Resultados da estimação da função de produção. | 77 |
| Apêndice B – Markups..... | 77 |
| Apêndice C – Produtividade Total dos Fatores..... | 84 |
| Reestruturação e competição no setor siderúrgico na década de 1990..... | 89 |
| 1. Introdução..... | 89 |

| | |
|--|-----|
| 2. Caracterização do Setor Siderúrgico | 90 |
| 3. Antecedentes e Contexto Econômico da Década de 1990 | 92 |
| 4. Contexto internacional | 100 |
| 5. Descrição da Base de dados e estratégia empírica | 102 |
| 5.1. Base de dados | 102 |
| 5.2. Estatísticas Descritivas | 108 |
| 5.3. Estimação do markup | 112 |
| 5.4. Estimação da Função de Produção (modelo base) | 114 |
| 6. Resultados | 118 |
| 6.1. Coeficientes da função de produção e elasticidades do produto | 118 |
| 6.2. Produtividade total dos fatores da indústria siderúrgica brasileira | 124 |
| 6.3. Markup para o Setor Siderúrgico na década de 1990 | 130 |
| Considerações finais | 138 |
| Referências bibliográficas | 141 |
| Apêndice A – Estatísticas Descritivas | 146 |
| Apêndice B – Função de Produção | 150 |
| Apêndice C – Produtividades | 155 |
| Apêndice D – Markups | 158 |

Tabelas

| | |
|---|-----|
| Tabela 1 – Coeficientes estimados. | 49 |
| Tabela 2 – Elasticidades Total e por grupo. | 50 |
| Tabela 3 – Estimação do markup (mediana dos períodos)..... | 57 |
| Tabela 4 – Concentração de mercado, 1990-1998. | 98 |
| Tabela 5 – Quantitativo de firmas por tipo..... | 106 |
| Tabela 6 – Distribuição das firmas por ano e por categoria. | 108 |
| Tabela 7 – Estatísticas descritivas da siderurgia - período 1990 a 1998, por categoria. | 110 |
| Tabela 8 – Estatísticas descritivas da siderurgia - período 1990 a 1998, por controlador original..... | 111 |
| Tabela 9 – Coeficientes da função de produção Modelo Base..... | 119 |
| Tabela 10 – Testando a heterogeneidade de coeficientes - valor da produção..... | 120 |
| Tabela 11 – Elasticidades modelo com e sem probit - valor da produção | 122 |
| Tabela 12 – Elasticidades por Categoria – modelo base Translog..... | 123 |

Gráficos

| | |
|--|----|
| Gráfico 1 – Receita Operacional. | 37 |
| Gráfico 2 – Comparativo Receita, ASM e RPM. | 38 |
| Gráfico 3 – ASM Doméstico. | 39 |
| Gráfico 4 – Comparativo Custos Airlines. | 39 |
| Gráfico 5 – Comparativo Custos. | 40 |
| Gráfico 6 – Custo do Trabalho. | 41 |
| Gráfico 7 – Gasto com Combustível <i>versus</i> Preço do Galão. | 41 |
| Gráfico 8 – Evolução do Market Share dos Grupos..... | 42 |
| Gráfico 9 – Elasticidade média do produto em relação a cada insumo..... | 52 |
| Gráfico 10 – Evolução markup e preço do combustível. | 53 |
| Gráfico 11 – Evolução markup LCC e NLC, período 1996-2019..... | 54 |
| Gráfico 12 – Evolução do Markup das firmas, 1996 - 2019. | 56 |
| Gráfico 13 – Distribuição do markup do setor 1996 e 2018. | 59 |
| Gráfico 14 – Percentil dos markups ponderados pela participação no produto (RPM). 60 | |
| Gráfico 15 – Decomposição da Variação do Markup ao Nível da Firma. | 62 |
| Gráfico 16 – Produtividade Total dos Fatores LCC X NLC. | 69 |

| | |
|---|-----|
| Gráfico 17 – Evolução da Produtividade Total dos Fatores das empresas de 1996 a 2019. | 70 |
| Gráfico 18 – Decomposição do Crescimento da produtividade ao Nível da Firma. | 72 |
| Gráfico 19 - Preços relativos do aço, 1980-2000. | 102 |
| Gráfico 20 – Evolução da produtividade total dos fatores por categoria - média ponderada pelo valor da produção. | 124 |
| Gráfico 21 – Evolução da produtividade total dos fatores - ex-estatais versus privadas. | 125 |
| Gráfico 22 – Estimativa da densidade da produtividade intrasetorial. | 126 |
| Gráfico 23 – Decomposição da produtividade total dos fatores. | 128 |
| Gráfico 24 – Evolução do markup (mediana) por categoria. | 130 |
| Gráfico 25 – Evolução do markup (mediana) – ex-estatais versus privadas. | 132 |
| Gráfico 26 – Evolução do markup (mediana) por produto - produtos de menor markup. | 133 |
| Gráfico 27 – Evolução do markup (mediana) por produto - produtos de maior markup. | 134 |
| Gráfico 28 – Estimativa da densidade do markup intrasetorial – períodos selecionados. | 135 |
| Gráfico 29 – Decomposição do markup. | 137 |

Quadros

| | |
|---|----|
| Quadro 1 – Empresas por tipologia. | 43 |
| Quadro 2 – Plano de Saneamento do Sistema Siderbrás. | 94 |
| Quadro 3 – Privatizações - grandes siderúrgicas. | 95 |

Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Comparação dos sistemas Point-to-point e Hub-and-Spoke. | 51 |
|---|----|

Introdução

A dinâmica competitiva e a eficiência produtiva são importantes determinantes do bem-estar social de uma economia, fatores esses que se retroalimentam, já que uma maior competitividade estimula a busca por maior eficiência, ao passo que ganhos de eficiência estimulam a concorrência entre incumbentes, assim como a entrada de novas empresas. Nesta tese, tais questões são discutidas no contexto de dois setores econômicos que passaram por importantes transformações, e nos quais convivem empresas com diferentes modelos de operação, as quais respondem de maneiras diferentes às flutuações cíclicas da economia.

O primeiro estudo se refere ao setor de transporte aéreo de passageiros dos Estados Unidos, no período 1996-2019. Esse período foi marcado pela ascensão das chamadas empresas *low-cost*, cujo modelo de negócio se diferencia das empresas tradicionais ao ofertarem pacotes de serviço mais básicos, a melhores preços. Nossa análise indica que, apesar de um menor poder de mercado, esse setor é menos sensível a variações nos preços dos combustíveis, conferindo-lhe uma importante vantagem, dada à forte volatilidade dos preços desse insumo e à dificuldade das empresas aéreas em repassar aumentos de custo nesse item aos preços finais. Houve forte crescimento da produtividade no período de entrada dessas empresas, com posterior estagnação, a qual coincide com um movimento de consolidação no setor, com a ocorrência de diversas fusões.

O segundo estudo se refere ao setor siderúrgico brasileiro durante o período 1990-1998, o qual é marcado pela abertura de mercado e pela privatização de todas as empresas estatais, resultando, portanto, em uma redução da intervenção do estado na formação de preços no setor. Diferentemente da literatura internacional, no contexto brasileiro não foi observada uma vantagem comparativa para as indústrias semi-integradas. Pelo contrário, observou-se que as empresas mais ligadas ao início da cadeia produtiva (indústrias integradas de aço e produtores de ferro gusa, que realizam a etapa de redução do minério de ferro) apresentaram maior resiliência ao acirramento da competição observada no período. Observou-se que, apesar da forte redução do número de empresas atuando no setor, com saída de mais da metade das empresas que operavam em 1990, ocorreu um acirramento da concorrência, com consequente redução dos *markups*. Também foi observada uma melhoria da eficiência alocativa, já que houve forte redução da dispersão dos *markups* e produtividade ao longo do período,

Essa tese se divide em três capítulos, além dessa introdução. No primeiro capítulo é realizada uma revisão de literatura sobre métodos de estimação de função de produção e estimação de *markups*, os quais fundamentaram as análises empíricas empreendidas para os mercados selecionados. No segundo capítulo, são estimadas as funções de produção, a produtividade total dos fatores e os *markups* para as empresas norte-americanas de transporte aéreo de passageiros. Também é analisada a evolução desses indicadores para o setor como um todo, assim como por modelo de operação (empresas *low-cost* versus empresas tradicionais). Ademais, são também exploradas decomposições das referidas estatísticas, de maneira a entender os determinantes da sua evolução ao longo do tempo. No terceiro capítulo, são estimadas as funções de produção, a produtividade total dos fatores e os *markups* para o setor siderúrgico brasileiro no contexto da década de 1990. A evolução desses indicadores é analisada para o setor como um todo e também por categoria (empresas integradas, semi-integradas, ferro-gusa e outros¹). Assim como no segundo capítulo, também são realizadas decomposições das referidas estatísticas.

¹ A categoria *outros* inclui principalmente os fabricantes de produtos de metal.

Métodos empíricos para a mensuração da produtividade e poder de mercado

1. Estimação de funções de produção

A estimação de funções de produção tem uma longa tradição na economia, a começar pelo trabalho de Cobb e Douglas (1928), com o objetivo de compreender a relação entre a quantidade de capital e trabalho empregadas na produção e a quantidade final produzida. Posteriormente, em especial a partir de Solow (1957), torna-se relevante entender também em que medida a produção varia de maneira dissociada à quantidade de insumos, ou seja, em função da chamada produtividade total dos fatores (*total factor productivity* - TFP). Mais recentemente, essas técnicas têm sido aplicadas também na estimação de *markups*, abrindo novas fronteiras de pesquisa, as quais se baseiam, sobretudo, na flexibilidade proporcionada pela utilização do *Generalized Method of Moments* (GMM).

A estimação dos parâmetros de uma função de produção envolve, no entanto, diversos problemas econométricos, relacionados à sua forma funcional bem como de endogeneidade causados pelo fato de que, embora não observada pelo economista, a produtividade afeta as decisões de alocação de insumos das firmas. Assim, tem-se um problema de correlação entre a quantidade dos insumos utilizados e o erro, o que viola as hipóteses da estimação por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). Adicionalmente, tem-se também problemas de seleção, na medida em que as firmas de menor produtividade tendem a deixar o mercado devido a dificuldades competitivas. Assim, ambos os problemas atuam no sentido de gerar estimativas viesadas quando é o utilizado o método de MQO. Em função disso, diversas abordagens surgiram ao longo do tempo para contornar os problemas apresentados, sendo que as principais são apresentadas a seguir.

1.1. Olley e Pakes (1996)

No trabalho seminal “*The Dynamics of Productivity in the Telecommunications Equipment Industry*” (1996) de Olley e Pakes, doravante OP (1996), é apresentada uma abordagem que busca solucionar os problemas do viés de simultaneidade e de seleção. O principal objetivo do referido trabalho foi estimar os parâmetros da função de produção

para a Indústria de equipamentos de telecomunicação dos Estados Unidos², para o período 1974 a 1987 e utilizar as estimações para estudar as mudanças, ao nível da planta, ocorridas no referido setor, com especial atenção ao impacto das modificações da regulação setorial e de tecnologia na produtividade agregada.

Na abordagem comportamental de OP (1996), destaca-se o papel das variáveis de estado, as quais descrevem a história da firma e subsidiam a tomada de decisão no mercado. No modelo, essas variáveis são a idade da firma (a_{it}), o estoque de capital (k_{it}) e a produtividade (ω_{it}). A estrutura de mercado é formada pela listagem dessas três variáveis para todas as firmas ativas. O preço é considerado um fator comum entre as firmas e evolui de acordo um processo exógeno de Markov.

No início de cada período, cada firma componente do mercado deve decidir se sai ou continua no mercado. Se preferir sair, a mesma recebe um valor de residual Φ e não retorna ao mercado. Caso opte por permanecer, deve escolher a quantidade de trabalho empregada na produção e o nível de investimentos. Esse último, em conjunto com o capital corrente, determina o estoque de capital no início do período seguinte.

A idade da firma evolui naturalmente com a passagem do tempo. Já a função de acumulação do capital é dada por:

$$k_{t+1} = (1 - \delta)k_t + i_t \quad (1)$$

onde i_t é o logaritmo do investimento no período t . Assume-se que o capital utilizado pela firma em $t + 1$ foi escolhido em t , ou seja, o capital é um insumo fixo, pois o mesmo é determinado antes que as firmas conheçam seu nível de produtividade. O capital também é considerado um insumo “dinâmico” (em referência à literatura de painéis dinâmicos), já que seu valor em t é função de seu valor em $t - 1$, devido aos custos de ajustamento. Já a produtividade segue um processo exógeno de Markov de primeira ordem. A distribuição de ω_{t+1} , condicional em toda informação do período t , é dada pela família de distribuições:

$$F_\omega = \{F(\cdot | \omega), \omega \in \Omega\} \quad (2)$$

² Do US Census Bureau's longitudinal research database.

OP (1996) também assumem que $F(.|.)$ é estocasticamente crescente em ω . Intuitivamente, isso significa que as firmas com maiores ω_{it} em t apresentam maior probabilidade de uma melhor distribuição de ω_{it+1} em $t+1$.

Para um dado ambiente econômico, o problema de maximização pode ser especificado pela seguinte equação de Bellman, onde o subscrito t indexa a estrutura de mercado:³

$$V_t(k_t, a_t, \omega_t) = \max \left\{ \Phi(k_t, a_t, \omega_t), \sup_{i_t \geq 0} \pi_t(k_t, a_t, \omega_t) - c_t(i_t) \right. \\ \left. + \beta E[V_{t+1}(k_{t+1}, a_{t+1}, \omega_{t+1}) | J_t] \right\} \quad (3)$$

onde $\pi_t(.)$ é a função de lucro restrita, dado o lucro corrente, como função das variáveis de estado, $c_t(i_t)$ é o custo do investimento corrente i_t , β é o fator de desconto da firma e J_t , representa a informação disponível em t . O operador de \max indica que as firmas comparam o valor de venda corrente de sua planta $\Phi(.)$ com o valor presente descontado de permanecer em operação.

Observa-se que o trabalho (l_t) não faz parte da função anterior, pois, no presente modelo, é considerado um insumo variável e não dinâmico, sendo escolhido no (intra) período em que será utilizado pela firma. Logo, o mesmo pode ser correlacionado com ω_t . Nesse caso, as escolhas correntes do insumo trabalho não impactariam o lucro futuro.

A solução do problema acima gera uma “Regra de Saída” e uma função de decisão de investimento:

$$\chi_t = \begin{cases} 1 \text{ (continua), se } \omega_t \geq \underline{\omega}_t(k_t, a_t), \\ 0 \text{ (sai), caso contrário} \end{cases} \quad (4)$$

e

$$i_t = i_t(k_t, a_t, \omega_t) \quad (5)$$

As funções $\underline{\omega}_t(.)$ e $i_t(.)$ são determinadas como parte do equilíbrio perfeito de Markov. Destaca-se que são indexadas por t , visto que dependem da estrutura de mercado e dos fatores de preço, prevaletentes nas decisões de permanência (saída do mercado) e de investimentos.

³ O indicador da firma é suprimido, pois o modelo descreve a decisão de uma empresa.

Para a estimação, OP (1996) assumem que a tecnologia é do tipo Cobb-Douglas e que as firmas atuam em tempo discreto. A função de produção é dada por:

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_l l_{it} + \beta_a a_{it} + \beta_k k_{it} + \underbrace{\omega_{it} + \varepsilon_{it}}_{\varepsilon_{it}} \quad (6)$$

onde y_{it} é o logaritmo do produto (valor adicionado) da planta i no tempo t , l_{it} é o logaritmo do insumo trabalho, a_{it} é o logaritmo da idade da planta/firma (tempo de atividade no mercado) e k_{it} é o logaritmo do insumo capital.

O termo não observado ε_{it} , divide-se em duas partes: 1) produtividade ω_{it} , variável que pode ser observada ou prevista pela firma e 2) ε_{it} , representante das variáveis que não podem ser verificadas ou previstas pelas firmas antes das decisões sobre o uso dos insumos ou de saída do mercado no período $t+1$. Essa última também pode ser interpretada como erro de medida clássico.

A metodologia objetiva controlar os problemas de endogeneidade e viés de seleção presentes na estimação de (6) por OLS. A endogeneidade ocorre, em parte, visto que, para uma firma maximizadora de lucros, o nível de insumos utilizado depende de sua produtividade. Dessa forma, as firmas elevariam o uso de insumos em resposta a choques positivos de produtividade, viesando os parâmetros estimados. Segundo OP (1996), quanto mais variável for o insumo, maior a correlação desse com ω_t .

O viés de seleção resulta da relação positiva entre o estoque de capital e o nível de lucro da firma. Firmas com maiores estoques de capital esperam maiores retornos futuros para qualquer nível corrente de produtividade, permanecendo no mercado a baixos valores de ω_t . Logo, a autoseleção gerada pelo Regra de Saída do Mercado (4) implica que o valor esperado da produtividade, dado que a firma permanece no mercado, é decrescente k , produzindo um viés negativo no coeficiente desse insumo.

O algoritmo de estimação OP (1996) parte da suposição de que $i_t > 0$, de forma que (5) é estritamente monotônica em ω_{it} , podendo ser invertida:

$$\omega_t = h_t(k_t, a_t, i_t) \quad (7)$$

Observa-se que a propriedade de inversibilidade em (7) depende, além da monotonicidade estrita (investimento é crescente em ω_{it}), também do fato de que ω_{it} é a única variável não observada na equação do investimento (5). Substituindo-se (7) em (6):

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_l l_{it} + \Phi_t(k_{it}, a_{it}, i_{it}) + \varepsilon_{it} \quad (8)$$

Em que:

$$\Phi_t(k_{it}, a_{it}, i_{it}) = \beta_a a_{it} + \beta_k k_{it} + h_t(k_{it}, a_{it}, i_{it}) + \varepsilon_{it} \quad (9)$$

É evidente que β_a e β_k não podem ser identificados em (8). OP (1996) sugerem que $\Phi_t(\cdot)$ pode ser estimado através de um polinômio de ordem elevada em k_{it}, a_{it}, i_{it} ou, alternativamente, pelo método de Kernel. No primeiro caso, utilizam um polinômio de 4ª ordem, contudo, a ordem do polinômio pode variar em diferentes aplicações.

Nessa primeira etapa, eles estimam (8) para identificar $\hat{\beta}_l$. Observa-se que o primeiro estágio não é afetado pelo problema de viés de seleção, visto que ε_{it} em (8) representa variáveis que não podem ser observadas/previstas pela firma antes das decisões sobre a escolha dos insumos e de saída ou permanência no mercado.

Antes de identificar β_a e β_k no 3º estágio e para corrigir o viés de seleção, é necessário um estágio intermediário o qual estima a probabilidade de sobrevivência da firma no período seguinte:

$$\begin{aligned} Pr(\chi_{t+1} = 1 | \underline{\omega}_{t+1}(k_{t+1}, a_{t+1}), J_t) &= \\ &= Pr\{\omega_{t+1} \geq \underline{\omega}_{t+1}(k_{t+1}, a_{t+1}) | \underline{\omega}_{t+1}(k_{t+1}, a_{t+1}), J_t\} \\ &= 1 - F(\underline{\omega}_{t+1} | \omega_t) \equiv P_t(i_t, k_t, a_t) = P_t. \end{aligned} \quad (10)$$

A equação do segundo estágio do método (equação 10) pode ser estimada não parametricamente, por meio da estimação da probabilidade de sobreviver no mercado em $t+1$, como uma função não paramétrica de i_t, k_t e a_t . OP (1996) sugerem duas formas alternativas para essa estimação: 1) modelo PROBIT com um polinômio de 4ª ordem nas variáveis i_t, k_t e a_t . Podendo ser utilizados polinômios de diferentes graus, a depender do objetivo da análise; 2) Estimador Kernel.

No terceiro estágio, tendo calculado $\hat{\beta}_l, \hat{\Phi}_t$ e \hat{P}_t e sabendo-se que $\omega_{it} = \Phi_t(k_{it}, a_{it}, i_{it}) - \beta_k k_{it} - \beta_a a_{it}$, reescrevendo-se (8) em $t+1$ e aplica-se a esperança, condicionada em t e na probabilidade de sobrevivência da firma em $t+1$, tem-se:

$$\begin{aligned} E[y_{it+1} - \beta_l l_{it+1} | k_{it+1}, a_{it+1}, \chi_{it+1} = 1] &= \\ &= \beta_0 + \beta_a a_{it+1} + \beta_k k_{it+1} + E[\omega_{it+1} | \omega_{it}, \chi_{it+1} = 1]. \end{aligned} \quad (11)$$

O termo $E[\omega_{it+1}|\omega_{it}, \chi_{it+1} = 1]$ indica a dinâmica da produtividade, representado por OP (1996) como função controle:

$$E[\omega_{it+1}|\omega_{it}, \chi_{it+1} = 1] = \int_{\underline{\omega}_{it+1}(k_{it+1}, a_{it+1})}^{\infty} \omega_{it+1} \frac{F(d\omega_{it+1}|\omega_{it})}{\int_{\underline{\omega}_{it+1}(k_{it+1}, a_{it+1})}^{\infty} F(d\omega_{it+1}|\omega_{it})} \equiv g(\underline{\omega}_{it+1}, \omega_{it}) = g\left(P_{it}, \underbrace{\Phi_{it}(\cdot) - \beta_k k_{it} - \beta_a a_{it}}_{\omega_t}\right) \quad (12)$$

Conforme OP (1996), $g(\cdot)$ pode ser interpretado como um “viés” na estimação, função das variáveis de estado ω_t e $\underline{\omega}_{t+1}[k_{t+1}(k_t, i_t), a_{t+1}(a_t)]$. Para controlar o viés de seleção, faz-se necessária uma medida de ω_t e $\underline{\omega}_{t+1}$, sendo esse último o nível de produtividade mínimo tal que a firma decida permanecer em operação. Como a densidade de ω_{t+1} , condicional a ω_t é positiva em uma região sobre e $\underline{\omega}_{t+1}$ (para todo ω_t), a equação (10) é invertível, de forma que $\underline{\omega}_{t+1}$ pode ser expresso como função de P_t e ω_t . Logo, escreve-se $g(\cdot)$ em função de P_t e ω_t ⁴, como em (12).

É importante enfatizar que a inovação da produtividade é dada por

$$\xi_{t+1} = \omega_{t+1} - E[\omega_{t+1}|\omega_t, \chi_{it+1} = 1] \quad (13)$$

Substituindo (6) e (12) em (13), e rearranjando, obtemos a equação do terceiro estágio:

$$y_{it+1} - \beta_l l_{it+1} = \beta_0 + \beta_a a_{it+1} + \beta_k k_{it+1} + g(P_{it+1}, \Phi_{it} - \beta_k k_{it} - \beta_a a_{it}) + \xi_{it+1} + \varepsilon_{it+1} \quad (14)$$

Por construção, $E[\xi_{t+1} + \varepsilon_{it+1} | J_{it}, \chi_{it+1}] = 0$. A presença de ξ em (14) justifica a necessidade do primeiro estágio para estimar β_l . Como o modelo assume que o capital em um determinado período é conhecido no início deste e ξ_{t+1} é média independente de

⁴ Como (10) implica que $P_{t+1} = q_t(\omega_t, \underline{\omega}_{t+1})$ e q_t é estritamente monotônica em relação à $\underline{\omega}_{t+1}$, pode-se inverter $\underline{\omega}_{t+1} = q_t^{-1}(\omega_t, P_t)$. Logo, $g(\cdot)$ é função de P_t e ω_t em 12.

todas as variáveis conhecidas no início do período, logo ξ_{t+1} é média independente de k_{it+1} e a_{it+1} .

Substituindo-se $\hat{\beta}_l$, $\hat{\Phi}_t$ e \hat{P}_t em (14) e aproximando $g(\cdot)$ por um polinômio de 4ª ordem ou por Kernel, o terceiro estágio pode ser estimado por Mínimos Quadrados Não Lineares (NLLS). Omitindo-se o indicador i da firma, a equação a ser estimada é:

$$y_{t+1} - \hat{\beta}_l l_{t+1} = \beta_0 + \beta_a a_{t+1} + \beta_k k_{t+1} + \sum_{j=0}^{4-m} \sum_{m=0}^4 \beta_{m,j} \left(\hat{P}_t^m \cdot \hat{h}_t^j(\beta_a, \beta_k) \right) + v_{t+1} \quad (15)$$

em que $\hat{h}_t = \hat{\Phi}_t - \beta_a a_t - \beta_k k_t$. Assim, obtém-se as estimativas de $\hat{\beta}_0$, $\hat{\beta}_a$ e $\hat{\beta}_k$.

1.2. Levinsohn e Petrin (2003)

Posteriormente, Levinsohn e Petrin (2003) e Wooldridge (2009) demonstraram que o método OP (1996) pode ser aplicado por meio de variáveis instrumentais, obtendo resultados mais precisos. A seguir, serão apresentadas sucintamente essas metodologias

LP (1993) partem de uma abordagem semelhante a OP (1996), com a principal diferença de que utilizam a função demanda por insumos intermediários m_{it} (ex: eletricidade, combustível, materiais, entre outros) como *proxy* para a produtividade não observada.

A principal vantagem do método proposto por LP (1993), relativamente a OP (1996), é que as variáveis de insumos intermediários são frequentemente mais fáceis de obter, relativamente ao investimento. Além disso, o investimento muitas vezes apresenta valor zero, gerando perda de observações, já que a estimação é realizada em logaritmo, o qual é indefinido para zero. Assim, a abordagem de OP (1996) muitas vezes leva a uma redução do tamanho da amostra a ser utilizada pelo pesquisador, gerando perda de eficiência da estimação. Segundo LP (2003), outra vantagem é que seria mais fácil verificar a relação monotônica entre a produtividade e os insumos intermediários, visto que não são variáveis de estado.

Esses autores consideram a função de produção do produto bruto, que inclui insumos intermediários (m_t) como variável a ser estimada, além do trabalho e do capital:

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_k k_{it} + \beta_l l_{it} + \beta_m m_{it} + \omega_{it} + \varepsilon_{it} \quad (16)$$

sendo a demanda por insumos intermediários dados por:

$$m_{it} = f_t(k_{it}, \omega_{it}) \quad (17)$$

Também utilizam a suposição de monotonicidade estrita para inverter a produtividade, em que $f_t(k_{it}, m_{it})$ é estritamente crescente em ω_{it} . Logo, tem-se $\omega_{it} = f_t^{-1}(k_{it}, m_{it})$.

A equação (17) é consistente com a suposição de que l_{it} e m_{it} são insumos não dinâmicos, escolhidos simultaneamente no período t, depois que a firma já observou ω_{it} . LP (2003), procedem de forma similar a OP (1996) para corrigir o viés de simultaneidade, substituindo $\omega_{it} = f_t^{-1}(k_{it}, m_{it})$ em (16):

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_k k_{it} + \beta_l l_{it} + \beta_m m_{it} + f_t^{-1}(k_{it}, m_{it}) + \varepsilon_{it} \quad (18)$$

Tratando f_t^{-1} de forma não paramétrica, tem-se:

$$y_{it} = \beta_l l_{it} + \Phi_t(k_{it}, m_{it}) + \varepsilon_{it} \quad (19)$$

Em (19), β_k e β_m não podem ser identificados separadamente do termo não paramétrico. O primeiro estágio consiste em estimar (19) para obter $\hat{\beta}_l$ e $\hat{\Phi}_t(k_{it}, m_{it})$, através da seguinte condição de momento, calculada pelo Método Generalizado dos Momentos (*Generalized Method of Moments*, GMM):

$$E[\varepsilon_{it}|I_{it}] = E[y_{it} - \beta_l l_{it} - \Phi_t(k_{it}, m_{it})|I_{it}] = 0. \quad (20)$$

Os valores estimados de $\hat{\beta}_l$ e $\hat{\Phi}_t(k_{it}, m_{it})$ são substituídos na equação de momento do 2º estágio:⁵

⁵ A equação de momento do segundo estágio de LP (2003) é obtida de forma similar a (14), porém sem correção para o viés de seleção e considerando o tempo t em relação a t-1. $\omega_{it} = E[\omega_{it}|I_{it-1}] + \xi_{it} = g(\omega_{it-1}) + \xi_{it}$.

$$\begin{aligned}
& E[\varepsilon_{it} + \xi_{it} | I_{it-1}] \\
& = E \left[y_{it} - \beta_0 - \beta_l l_{it} - \beta_k k_{it} - \beta_m m_{it} \right. \\
& \quad \left. - g \left(\frac{\widehat{\Phi}_{t-1}(k_{it-1}, m_{it-1}) - \beta_0 - \beta_k k_{it-1} - \beta_m m_{it-1}}{h_{t-1}} \right) | I_{it-1} \right] = 0.
\end{aligned} \tag{21}$$

Assim, obtém-se $\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_k$ e $\hat{\beta}_m$ minimizando o momento anterior por GMM. O termo Φ e a função $g(\cdot)$ são estimados de forma não paramétrica, por aproximação polinomial. Observe que k_{it} é escolhido em $t-1$, logo é ortogonal ao resíduo $\varepsilon_{it} + \xi_{it}$. Porém, m_{it} , assim como o trabalho, é um insumo variável e, portanto, não ortogonal a ξ_{it} (termo de inovação da produtividade). Para estimar o coeficiente de m_{it} , LP (2003) utilizam como instrumento m_{it-1} em (21).

Destaca-se que, diferente de OP (1996), os autores, no modelo original, não corrigem o viés de seleção, apenas utilizam uma base de dados em painel não-balanceado, o que poderia reduzir esse problema para a base em análise⁶. Todavia, o método pode ser facilmente adaptado para abordar essa forma de viés.

Wooldridge (2009) sugere estimar conjuntamente os estágios de OP e LP em um único momento, o que poderia trazer ganhos de eficiência e simplificar a estimação dos desvios-padrão. Contudo, como ressalta ACF (2015), essa abordagem apresenta a desvantagem de ser mais demorada e mais propensa a erros do que a abordagem em dois ou mais estágios.

1.3. Akerberg, Caves e Frazer (2015)

A principal diferença entre o método ACF (2015) relativamente a OP e LP é que o primeiro inverte a função de demanda “condicional no trabalho” para controlar a produtividade não observada, ao passo que os demais invertem a função de demanda não condicional. Como LP, o 1º e o 2º estágios podem ser estimados por GMM. Reescrevendo (6), desconsiderando a idade da firma, tem-se:

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_l l_{it} + \beta_k k_{it} + \omega_{it} + \varepsilon_{it} \tag{22}$$

⁶ Os autores utilizam dados de 6.665 plantas chilenas no período 1979 a 1986. A base é oriunda do Instituto Chileno Nacional de Estatística (INE).

Em que $k_{it} = \kappa(k_{it-1}, l_{it-1})$. Na abordagem dos autores, o trabalho l_{it} pode apresentar efeitos dinâmicos ou não, podendo ser escolhido em t , $t-1$ ou $t-b$ (com $0 < b < 1$). Diferente de LP, a equação de demanda por materiais é condicional no trabalho uma vez que o coeficiente do trabalho não pode ser identificado no primeiro estágio:

$$m_{it} = f_t(k_{it}, l_{it}, \omega_{it}) \quad (23)$$

Também é válida a suposição de monotonicidade estrita em que f_t é estritamente crescente em ω_{it} , de modo que é possível inverter f_t .

O método é compatível com os casos em que m_{it} é escolhido antes de l_{it} e também para o caso em que os dois insumos são escolhidos ao mesmo tempo pelo produtor. Invertendo-se (23) temos:

$$\omega_{it} = f_t^{-1}(k_{it}, l_{it}, m_{it}) \quad (24)$$

Substituindo (24) na equação da função de produção, tem-se:

$$\begin{aligned} y_{it} &= \beta_0 + \beta_l l_{it} + \beta_k k_{it} + f_t^{-1}(k_{it}, l_{it}, m_{it}) + \varepsilon_{it} \\ &= \hat{\Phi}_t(k_{it}, l_{it}, m_{it}) + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (25)$$

na qual que $\hat{\Phi}_t(k_{it}, l_{it}, m_{it}) = \beta_0 + \beta_l l_{it} + \beta_k k_{it} + f_t^{-1}(k_{it}, l_{it}, m_{it})$.

Como f_t^{-1} é estimado de forma não paramétrica, através de aproximação polinomial, não é possível encontrar nenhum dos coeficientes no primeiro estágio. Os autores propõem estimar todos os coeficientes conjuntamente no último estágio.⁷ O primeiro estágio mostrado a seguir tem como finalidade estimar $\hat{\Phi}_t(k_{it}, l_{it}, m_{it})$ e identificar ε_{it} :

$$E[\varepsilon_{it}|J_{it}] = E[y_{it} - \hat{\Phi}_t(k_{it}, l_{it}, m_{it})|J_{it}] = 0. \quad (26)$$

Antes de apresentar a equação do último estágio (2ª condição de momento), decompõe-se ω_{it} ⁸:

$$\omega_{it} = E[\omega_{it}|J_{it-1}] + \xi_{it}$$

⁷ No modelo apresentado em ACF (2015), há apenas dois estágios. Não se utiliza a correção do viés de seleção de entrada e saída.

⁸ Esta decomposição é possível, pois J_{it} inclui choques presentes e passados da produtividade, mas não os choques futuros e do fato de que o choque de produtividade evolui conforme um processo de Markov de primeira ordem.

$$\begin{aligned}
&= [\omega_{it}|\omega_{it-1}] + \xi_{it} \\
&= g(\omega_{it-1}) + \xi_{it}
\end{aligned} \tag{27}$$

Por construção, $E[\xi_{it}|J_{it-1}] = 0$. Substituindo-se na função de produção:

$$\begin{aligned}
y_{it} &= \beta_0 + \beta_l l_{it} + \beta_k k_{it} + g(\omega_{it-1}) + \xi_{it} + \varepsilon_{it} \\
&= \beta_0 + \beta_l l_{it} + \beta_k k_{it} \\
&\quad + g(\widehat{\Phi}_{t-1}(k_{it-1}, l_{it-1}, m_{it-1}) - \beta_0 - \beta_l l_{it} - \beta_k k_{it}) \\
&\quad + \xi_{it} + \varepsilon_{it}.^9
\end{aligned} \tag{28}$$

A função $g(\cdot)$ pode ser aproximada de forma não paramétrica, assim como a função h_t do último estágio de OP. O momento do 2º estágio é dado por:

$$\begin{aligned}
&E[\varepsilon_{it} + \xi_{it} | J_{it-1}] \\
&= E \left[y_{it} - \beta_0 - \beta_l l_{it} - \beta_k k_{it} \right. \\
&\quad \left. - g \left(\frac{\widehat{\Phi}_{t-1}(k_{it-1}, l_{it-1}, m_{it-1}) - \beta_0 - \beta_l l_{it-1} - \beta_k k_{it-1}}{h_{t-1}} \right) | J_{it-1} \right] = 0.
\end{aligned} \tag{29}$$

$\widehat{\Phi}_{t-1}$ é calculado no 1º estágio. Como $k_{it} = \kappa(k_{it-1}, l_{it-1})$, tem-se $E[\xi_{it} k_{it}] = 0$. Para a constante, ACF (2015) utilizam $E[\xi_{it} 1] = 0$. Como o coeficiente do trabalho também é estimado no 2º estágio, diferente de LP, é necessário um momento adicional. Supondo-se que o trabalho é escolhido em t , sugerem $E[\xi_{it} l_{it-1}] = 0$ e para $g(\cdot)$, $E[\xi_{it} \widehat{\Phi}_{t-1}] = 0$. Dessa forma, a condição de ortogonalidade para o modelo exatamente identificado pode ser escrita como:

$$\left[(\xi_{it} + \varepsilon_{it}) \otimes \begin{pmatrix} 1 \\ k_{it} \\ l_{it-1} \\ \widehat{\Phi}_{t-1}(k_{it-1}, l_{it-1}, m_{it-1}) \end{pmatrix} \right] = 0. \tag{30}$$

⁹ $\widehat{\Phi}_t(k_{it}, l_{it}, m_{it}) = \beta_0 + \beta_l l_{it} + \beta_k k_{it} + \omega_{it}$, logo $\omega_{it-1} = \widehat{\Phi}_{t-1}(k_{it-1}, l_{it-1}, m_{it-1}) - \beta_0 - \beta_l l_{it-1} - \beta_k k_{it-1}$.

ACF (2015) supõem uma estrutura autorregressiva de primeira ordem para a produtividade ($\omega_{it} = \rho\omega_{it-1} + \xi_{it}$), em que a inovação da produtividade pode ser escrita como $\xi_{it} = \omega_{it} - \rho\omega_{it-1}$. Assim tem-se a seguinte conjunto de momentos para estimar $\beta_0, \beta_l, \beta_k$ e ρ :

$$E \left[\begin{array}{c} (y_{it} - \beta_0 - \beta_k k_{it} - \beta_l l_{it}) \\ -\rho \times (\hat{\Phi}_{t-1}(k_{it-1}, l_{it-1}, m_{it-1}) - \beta_0 - \beta_k k_{it-1} - \beta_l l_{it-1}) \\ \otimes \begin{pmatrix} 1 \\ k_{it} \\ l_{it-1} \\ \Phi_{t-1}(k_{it-1}, l_{it-1}, m_{it-1}) \end{pmatrix} \end{array} \right] = 0 \quad (31)$$

Observa-se que ρ da equação (31) representa o $g(\cdot)$ da equação (29) e que o 2º estágio teórico minimiza ξ_{it} (inovação da produtividade) e ε_{it} (erro do primeiro estágio).

Para as situações em que o trabalho é escolhido em $t-1$, ou seja, possui implicações dinâmicas (trabalho como variável de estado), pode-se incluir l_{it} em (31) como instrumento para o trabalho ou substituir l_{it-1} por l_{it} , caso se queira manter o momento exatamente identificado. ACF (2015) argumentam que essa suposição mais forte, reflexo de indústrias com elevados custos de contratação e demissão ou rigidez no mercado de trabalho, usualmente geram estimativas mais consistentes.

A metodologia também pode ser aplicada de forma similar para a função de demanda de investimento condicionada ao trabalho ($i_{it} = f_t(k_{it}, l_{it}, \omega_{it})$). Como descrito acima, não é possível identificar o coeficiente do trabalho no 1º estágio. Na visão dos autores, não estimar β_l , como procedimento padrão do 1º estágio dos métodos LP e OP, evita problema da dependência funcional. Após estimar $\hat{\Phi}_t$ por $y_t = \tilde{\Phi}_t(k_{it}, l_{it}, i_{it}) + \varepsilon_{it}$, o momento do 2º estágio seria:

$$\begin{aligned} & E[\varepsilon_{it} + \xi_{it} | J_{it-1}] \\ &= E \left[\begin{array}{c} y_{it} - \beta_0 - \beta_l l_{it} - \beta_k k_{it} \\ -g \left(\underbrace{\hat{\Phi}_{t-1}(k_{it-1}, l_{it-1}, i_{it-1})}_{h_{t-1}} - \beta_0 - \beta_l l_{it-1} - \beta_k k_{it-1} \right) | J_{it-1} \end{array} \right] = 0. \end{aligned} \quad (32)$$

1.4. De Loecker, Goldberg, Khandelwal e Pavcnik (2016)

De Loecker *et al.* (2016) buscam avaliar a resposta de preços, *markups* e custos marginais em relação a políticas de liberalização comercial. Esses autores utilizam uma abordagem similar à de ACF, mas definem o erro ξ_{it} de maneira diferente. Ao invés de tomar $\xi_{it} = \omega_{it} - g(\omega_{it-1})$, esses autores assumem a inovação na produtividade como

$$\xi_{it} = \omega_{it} - E[\omega_t | \omega_{t-1}, \Sigma_t] \quad (33)$$

onde Σ_t é um vetor que contém variáveis exógenas como preço dos produtos e insumos, status exportador, market share, entre outros. A identificação dos parâmetros é obtida pelo momento

$$E(\xi_{it}(\beta, \delta)Y_{it}) = 0 \quad (34)$$

onde β são os parâmetros da função de produção, δ são os parâmetros das variáveis em Σ_t e Y_{it} é um vetor de instrumentos que contém materiais e trabalho defasados (ou trabalho corrente, caso o trabalho seja considerado um insumo dinâmico), capital corrente, suas interações, assim como os termos de Σ_t .

Como afirmam De Loecker *et al.* (2016), e de maneira similar a outros trabalhos da literatura, esse método identifica os coeficientes da função de produção a partir da hipótese de que choques de produtividade correntes afetam imediatamente a utilização de materiais (ou materiais e trabalho), ao passo que a demanda por capital e trabalho (ou capital) não respondem imediatamente a esses choques.

2. Implementação do Método ACF (2015)

Esta parte do trabalho descreve a implementação do método proposto por ACF (2015). A elaboração dessa seção baseia-se no Apêndice A.4 de ACF (2015) e, em especial, na rotina em GAUSS disponibilizada pelos autores¹⁰. Com o intuito de validar a metodologia proposta e comparar com os métodos LP e OP, os autores utilizam bases simuladas através da técnica de Monte Carlo, sendo considerado um painel de 1000

¹⁰ Akerberg, D. A.; Caves, K.; Frazer, G. (2015): “Supplement to ‘Identification Properties of Recent Production Function Estimators’,” *Econometrica Supplemental Material*, 83, <http://dx.doi.org/10.3982/ECTA13408>. [2448].

firmas por um período de 10 anos. Os parâmetros foram escolhidos de forma que as séries de capital e trabalho fossem compatíveis com a base do Chile utilizado por LP.

Para reduzir a dimensão dos momentos utilizados e, assim, tornar a estimação mais rápida, o conjunto de momentos da equação (31) não é utilizado diretamente. Na prática, são estimados implicitamente os parâmetros ρ e $\tilde{\beta}_0$, os quais representam, respectivamente, o coeficiente da regressão de ω_t em ω_{t-1} e o intercepto do primeiro estágio.¹¹

No primeiro estágio, $\widehat{\Phi}_t$ é estimado como uma regressão linear de y_t em relação a k_t , l_t e m_t , pois, para a base simulada, m_t é uma função linear de k_t e l_t . Porém, para outros problemas, pode ser utilizado o procedimento padrão de estimar um polinômio de maior grau, como implementado em OP (4ª ordem) e LP (3ª ordem).

Para o segundo estágio, os autores, a partir da função de produção – equação (22), estimam $\hat{\eta}_t \equiv \omega_t + \tilde{\beta}_0$ e $\hat{\eta}_{t-1} \equiv \omega_{t-1} + \tilde{\beta}_0$ como uma função de k_t e l_t :

$$\hat{\eta}_{t-1} = \widehat{\omega_{t-1} + \tilde{\beta}_0} = \widehat{\Phi}_{t-1} - \beta_k k_{t-1} - \beta_l l_{t-1} \quad (35)$$

$$\hat{\eta}_t = \widehat{\omega_t + \tilde{\beta}_0} = \widehat{\Phi}_t - \beta_k k_t - \beta_l l_t \quad (36)$$

onde que $\widehat{\Phi}_t$ foi estimado no primeiro estágio e os valores reais da simulação (0,6; 0,4) são utilizados como valores iniciais de (35) e (36) para o GMM do 3º estágio. Porém, a estimação é robusta para valores iniciais estimados por OLS.

Considerando-se a produtividade como um processo AR(1), ou seja, $\omega_t = \rho\omega_{t-1} + \xi_t$, e utilizando (35) e (36), define-se ρ por OLS:

$$\hat{\eta}_t = \rho\hat{\eta}_{t-1} + \xi_t \quad (37)$$

$$\rho = (\eta'_{t-1}\eta_{t-1})^{-1}\eta'_{t-1}\eta_t \quad (38)^{12}$$

Na prática, poderia ter sido utilizado um polinômio de maior grau em (35), porém os autores optaram por utilizar a regressão linear simples. Como ressaltado anteriormente,

¹¹ Será suprimido subscrito i das variáveis, para indicar que implementação é descrita de forma matricial.

¹² No método OLS o coeficiente da regressão linear é dado por $\widehat{\beta} = (X'X)^{-1}X'y$. Em que $\widehat{\beta}$ é o vetor de coeficientes estimados, X a matriz de variáveis explicativas e y o vetor com os valores da variável dependente.

ρ não é estimado explicitamente. ACF (2015) utilizam a definição de ρ na equação (38) que, por sua vez, formará o momento a ser minimizado no 2º estágio:

$$\tilde{\beta}_0 + \widehat{\omega}_t(\beta_k, \beta_l) = \rho \left[\tilde{\beta}_0 + \widehat{\omega}_{t-1}(\beta_k, \beta_l) \right] + \hat{\xi}_t \quad (39)$$

$$\hat{\eta}_t = \rho \hat{\eta}_{t-1} + \hat{\xi}_t \quad (40)$$

$$\hat{\xi}_t = \hat{\eta}_t - \rho \hat{\eta}_{t-1} \quad (41)$$

Substituindo ρ (38) na equação (41):

$$\hat{\xi}_t = \hat{\eta}_t - \underbrace{[(\eta'_{t-1} \times \eta_{t-1})^{-1} \times \eta'_{t-1} \times \eta_t]}_{\rho} \times \eta_{t-1} \quad (42)$$

Dessa forma, ρ é eliminado da equação do momento a ser minimizado, a qual pode ser escrito sucintamente como (considerando-se os instrumentos):

$$E \left[\underbrace{\hat{\xi}_t(\beta_k, \beta_l)}_{\text{inovação de } \omega} \otimes \underbrace{\begin{pmatrix} k_t \\ l_{t-1} \end{pmatrix}}_{\text{instrumentos}} \right] = 0 \quad (43)$$

Essa última equação, passa a não depender explicitamente de ρ , mas apenas das produtividades centradas (η_t e η_{t-1}), as quais, por sua vez, dependem dos coeficientes do capital e do trabalho (*betas*). Ou seja, $\xi_t = f(\rho, \eta_t, \eta_{t-1})$. Porém, η_t e $\eta_{t-1} = g(\beta's)$, como pode ser verificado em (35) e (36), e $\rho = h(\eta_t, \eta_{t-1}) = h(g(\beta's))$. Substituindo essa última equação na primeira, tem-se $\xi_{it} = f(h(g(\beta's)))$. Por fim, ξ_{it} é minimizado em função dos coeficientes do capital e do trabalho.

Para a implementação do método ACF (2015) com correção do viés de seleção, foi desenvolvida uma rotina em Stata, baseada na rotina em GAUSS disponibilizada pelos autores e no código disponibilizado por Collard-Wexler e De Loecker (2013), o qual utiliza procedimento semelhante ao descrito na presente seção, porém inclui a correção do viés de seleção. Além da inclusão de mais um estágio para estimar o \hat{P}_t (probabilidade de permanecer na base), foi considerada a possibilidade de estimar não parametricamente, por aproximação polinomial do termo $\hat{\Phi}$ (1º estágio) e da função $g(\hat{P}_t, h_{t-1})$, referente ao 3º estágio.

3. Markups

A estimação de *markups* possui importantes aplicações práticas, principalmente no que tange à política regulatória, e ao efeito de eventos como aberturas comerciais, privatizações, entre outros. Entretanto, também pode ser relevante entender como a capacidade de determinação de preço por parte de uma empresa responde a características da mesma. Tal fato é interessante já que, muitas vezes, o nível de competição é visto como uma característica setorial, embora o nível de capacidade de determinação de preço possa variar entre empresas do mesmo setor.

De Loecker e Warzynski (2012) desenvolvem um método para o cálculo de *markups* a partir da estratégia de Hall (1988) aplicada aos dados de produção de plantas, o qual supõe a minimização de custos e a existência de pelo menos um insumo variável. A metodologia se baseia na percepção de que a elasticidade do produto em relação a algum fator variável de produção é igual à participação do custo desse fator sobre a receita total apenas quando o preço é igual ao custo marginal. Caso ocorra competição imperfeita, no entanto, o preço se torna maior que o custo marginal e, conseqüentemente, a elasticidade do produto em relação ao insumo se torna maior que sua participação em termos de custo sobre despesa. Essa última relação decorre do fato de que, em um contexto de competição imperfeita, a empresa produzirá menos que o nível eficiente (concorrência perfeita) e, assim, subdemandará o referido insumo variável (custo/receita) em relação à sua contribuição para a produção (elasticidade do produto).

Para a derivação do *markup*, os autores assumem uma função de produção na forma:

$$Q = Q(X^1, \dots, X^v, K, \omega) \quad (44)$$

onde X^i são V insumos variáveis, K é o insumo fixo (estoque de capital) e ω é a produtividade. As restrições impostas a $Q(\cdot)$ são que a mesma seja contínua e duas vezes diferenciável. Também é assumido que os produtores minimizam custo, dado um nível de produção \tilde{Q} , a partir do lagrangeano:

$$L(X^1, \dots, X^V, K, \lambda) = \sum_{v=1}^V P_X^v X^v + rK + \lambda(\tilde{Q} - Q) \quad (45)$$

onde P_X^v correspondem ao preço do insumo variável v e r corresponde ao preço/retorno do capital. A condição de primeira ordem para um insumo variável qualquer é dada por:

$$\frac{\partial L}{\partial X^v} = P_X^v - \lambda \frac{\partial Q}{\partial X^v} = 0 \quad (46)$$

Observa-se ainda que

$$CMg = \frac{\partial L}{\partial \bar{Q}} = \lambda$$

de forma que o termo λ é igual ao custo marginal. Rearranjando os termos da equação (46) e multiplicando ambos os lados por X^v/Q , obtemos

$$\frac{\partial Q}{\partial X^v} \frac{X^v}{Q} = \frac{1}{\lambda} \frac{P_X^v X^v}{Q} \quad (47)$$

Dada a definição usual de *markup* como $\mu \equiv P/\lambda$, a equação (47) pode ser reescrita como:

$$\theta_X = \mu \frac{P_X^v X^v}{PQ} \quad (48)$$

onde θ_X é a elasticidade do produto relativamente à quantidade do insumo X utilizada na produção. A equação (39) permite, portanto, o cálculo do *markup* a partir da elasticidade estimada com base na função de produção, juntamente com o nível de receita da firma (PQ) e o custo do insumo variável X ($P_X^v X^v$).

Referências bibliográficas

- ACKERBERG, Daniel A.; CAVES, Kevin; FRAZER, Garth. Identification properties of recent production function estimators. *Econometrica*, v. 83, n. 6, p. 2411-2451, 2015.
- COBB, C.; DOUGLAS, P. A Theory of Production. *The American Economic Review*, v.18, n.1, p.139-165, 1928.
- DE LOECKER, J.; WARZYNSKI, F. Markups and firm-level export status. *American Economic Review*, v. 102, n. 6, p. 2437-71, 2012.
- DE LOECKER, J., GOLDBERG, P. K., KHANDELWAL, A. K., & PAVCNIK, N. Prices, markups, and trade reform. *Econometrica*, v. 84, n. 2, p. 445-510, 2016.

- GANDHI, Amit; NAVARRO, Salvador; RIVERS, David A. On the identification of gross output production functions. *Journal of Political Economy*, v. 128, n. 8, p. 2973-3016, 2020.
- GRILICHES, Zvi; MAIRESSE, Jacques. Production functions: the search for identification. NBER Working Paper no. 5067, 1995.
- HALL, Robert E. The relation between price and marginal cost in US industry. *Journal of Political Economy*, v. 96, n. 5, p. 921-947, 1988.
- OLLEY, G. S.; PAKES, A. The dynamics of productivity in the telecommunications equipment industry.” *Econometrica*, v.64, n.6, p. 1263–1297, 1996.
- SOLOW, R. Technical change and the aggregate production function. *The Review of Economics and Statistics*, v. 39, n. 3, p. 312-320, 1957.
- WOOLDRIDGE, Jeffrey M. On estimating firm-level production functions using proxy variables to control for unobservables. *Economics Letters*, v. 104, n. 3, p. 112-114, 2009.

Evolução da produtividade e do markup na indústria de transporte aéreo dos Estados Unidos

1. Introdução

A indústria de transporte aéreo de passageiros nos Estados Unidos é caracterizada por vários ciclos de queda e recuperação em termos de lucratividade e rentabilidade, desde a desregulamentação do setor, realizada por meio do *Airline Deregulation Act* de 1978. Borenstein (2011), por exemplo, observa que a indústria perdeu US\$ 10 bilhões de 1979 a 1989, lucrou US\$ 5 bilhões na década de 1990 e perdeu US\$ 54 bilhões de 2000 a 2009 (em dólares de 2009).

Esse setor é marcado por forte regulação, assim como elevados custos fixos (proporcionalmente aos custos variáveis), tais como, os custos com locação de portões, contratação de pessoal para embarque e desembarque de aeronaves e compra de aeronaves. Assim, observa-se dificuldades das empresas aéreas em suprirem seus "fully allocated costs" (custos fixos + variáveis).

Destacam-se no custo total das empresas o dispêndio com combustível e com mão-de-obra. Choques nos preços dos combustíveis geram instabilidade no mercado, impactando a lucratividade e a competitividade do setor. Os custos com mão-de-obra atualmente representam a maior parcela dos gastos, com destaque para os salários de pilotos e copilotos, embora os custos com combustível possam superá-los em momentos de forte elevação nos preços do petróleo. O objetivo do presente artigo é estudar a evolução da eficiência e do poder de mercado das empresas do setor aéreo dos Estados Unidos, no período de 1996-2019, por meio da estimação de markups e da produtividade total dos fatores para as principais empresas participantes do mercado, as quais podem ser agrupadas nas modalidades de negócio de *Network Carriers* (NLCs) e *Low-Cost Carriers* (LCCs).

O interesse da literatura de Organização Industrial por essa temática cresceu após o trabalho de De Loecker e Warzynsky (2012), que deriva o markup através da minimização da função custo de produção e demonstra que tal variável pode ser estimada pela elasticidade do produto em relação a um fator variável de produção, dividida pela participação desse fator na receita total. Posteriormente, De Loecker, Goldberg, Khandelwal e Pavcnik (2016), utilizaram o mesmo princípio para investigar como os markups, custos marginais e preços respondem à liberalização comercial na Índia.

A indústria de transporte aéreo de passageiros propicia um interessante contexto para a aplicação do método, já que, nesse setor, há grande disponibilidade de dados mensurados em termos físicos, evitando assim alguns dos problemas causados pela necessidade de deflacionar séries nominais de receita e despesa. A utilização de deflatores no contexto de dados ao nível da firma é problemática, dado que, geralmente, é impossível obter deflatores individualizados, mas apenas ao nível setorial. Como ressaltado por Klette e Griliches (1996), quando o mercado opera sob competição imperfeita, os preços diferirão entre firmas. Nesse contexto, a utilização de variáveis deflacionadas ao nível setorial tenderia a gerar elasticidades e, conseqüentemente, markups, viesados para baixo. Nesse sentido, a base de dados utilizada possui todos os dados necessários para estimação de funções de produção em termos dos valores físicos de produção (RPM¹³), capital, mão-de-obra e consumo de combustível, assim como informações ricas sobre as empresas aéreas do mercado dos EUA.

Para a estimação da função de produção, utilizou-se as abordagens de Olley e Pakes (1996) e Levinsohn e Petrin (2001), estendidas por Akerberg, Caves e Frazer (2015). Para o cálculo dos markups por empresa, foi empregada a metodologia proposta por De Loecker e Warzynsky (2012) e De Loecker, Goldberg, Khandelwal e Pavcnik (2016).

Os resultados indicam que a entrada das empresas *Low Cost* inicialmente aumentou o nível de competição do setor, com conseqüente redução nos markups no período 1996-2008. A elevação nos preços dos combustíveis durante esse período também contribuiu para essa redução de markup, na medida em que, apesar de se tratar de um elemento bastante volátil da despesa, a análise dos markups evidenciou uma forte relação negativa entre os mesmos e os preços do combustível, indicando que as empresas aéreas apresentam grande dificuldade em repassar aumentos nessa linha de custo aos preços das passagens. Posteriormente, no entanto, o setor passou por diversas fusões e aquisições o que, aparentemente, reduziu o nível de competição, tendo como resultado o aumento dos markups cobrados pelas firmas remanescentes dos processos de fusão.

Esse trabalho se divide em três seções, além dessa introdução e da conclusão. Na seção seguinte, realiza-se uma revisão de literatura, com foco na evolução da indústria

¹³ Revenue Passenger Miles (RPM) = número de passageiros (que geraram receita) multiplicado pelo número de milhas.

durante o período 1996-2019. Posteriormente, são apresentados a base de dados utilizada, assim como a metodologia empregada na estimação das funções de produção, o cálculo da produtividade total dos fatores e dos markups. Na terceira seção, são expostos e discutidos os resultados empíricos. Por fim, apresentam-se as principais conclusões do trabalho.

2. Revisão da literatura sobre o setor aéreo dos Estados Unidos

A presente seção baseia-se principalmente nos trabalhos de Tsoukalas (2007), Partner, Usman, Taylor e Outros (2018), Bet (2021) e nas definições do ATA (2008).

Durante grande parte de seu desenvolvimento, a indústria aérea global passou por grandes inovações tecnológicas, como a introdução de aviões a jato para uso comercial na década de 1950, seguido pelo desenvolvimento de “jumbos” de fuselagem larga na década de 1970. Ao mesmo tempo, as companhias aéreas eram fortemente regulamentadas em todo o mundo, criando um ambiente em que os avanços tecnológicos e as políticas governamentais tinham precedência sobre lucratividade e a concorrência.

Após a desregulamentação econômica de 1978 (*Airline Deregulation Act*), tal cenário se modificou, de forma que as companhias aéreas dos Estados Unidos passaram a ter como foco a eficiência de custos, a lucratividade operacional e o comportamento competitivo. Esse processo, liderado pelos Estados Unidos, se ampliou para as demais empresas aéreas de diferentes mercados. O referido *Airline Deregulation Act* removeu o controle federal sobre as tarifas, rotas e a entrada de novas aeronaves no mercado aéreo. ATA (2008) aponta que a desregulamentação teve os seguintes efeitos principais:

i. Hub and Spoke Networks

Desenvolvimento generalizado de sistemas hub-and-spoke, os quais operavam de forma limitada antes 1978. Hub-and-spoke é um tipo de estrutura de rede que permite à empresa transportadora elevar a quantidade de opções de serviços em todos os aeroportos em que atua. Isso possibilita a utilização de um aeroporto estrategicamente localizado (o hub) como ponto de embarque e desembarque de passageiros para voos de e para

localidades periféricas (os spokes), em oposição ao modelo *point-to-point*, no qual todas as localidades são conectadas por rotas diretas, independente da distância¹⁴.

ii. Novos entrantes no mercado aéreo

A desregulamentação, além de provocar a reorganização do serviço pelas operadoras existentes, denominadas de *Network Carriers*, *Legacy carriers* ou *Tradicional Carriers* (NLCs), também impulsionou a entrada de novas empresas competidoras no mercado, adequadas do tipo de negócio de baixo custo, as denominadas *Low-Cost Carriers* (LCCs). A partir de 1990, observou-se uma quantidade crescente de empresas aéreas operando novos modelos de negócios que compreendem desde *hub-and-spoke* de baixo custo a operadores de *point-to-point network* para transportadoras regionais que operam aeronaves menores.

Esses novos entrantes (as LCCs), a princípio, possuem menores custos operacionais do que as empresas NLCs, devido, principalmente aos custos inferiores da mão-de-obra. Além disso, por oferecerem serviços de menor qualidade, tendem a apresentar aos consumidores tarifas de menor custo, em comparação com as do grupo NLCs. As NLCs geralmente oferecem serviços de maior qualidade do que as LCCs; por exemplo, assentos de primeira classe e classe executiva, programa de fidelidade e *lounges* exclusivos em aeroportos. Além disso, as transportadoras tradicionais geralmente proporcionam melhores serviços de cabine, como serviço de refeições e entretenimento a bordo.

LCC e NLC também diferem em termos da estrutura de rede utilizadas. Enquanto as NLCs utilizam estrutura de rede do tipo *hub-and-spoke* para oferecerem serviços entre dois destinos, as LCCs usualmente operam redes do tipo *point-to-point* reduzindo o tempo da aeronave no solo e proporcionando maiores taxas de utilização das aeronaves.

iii. Crescimento da Competição

O aparecimento de novas companhias aéreas, combinado com a expansão das empresas tradicionais para novos mercados, resultou em competição sem precedentes na indústria. O advento de redes de aviação nacionais sobrepostas resultou no aumento da

¹⁴ Esse tipo de estrutura de rede permite poupar até 30% dos custos devido a voos diretos sem escalas (Zgodavová, Rozenberg e Szabo, 2018, p.158).

concorrência mesmo em pequenos mercados que normalmente não suportariam um serviço competitivo com um sistema de rotas lineares.

iv. Menores tarifas

O principal benefício da desregulamentação para os consumidores, em conjunto com inovações tecnológicas, foi o decréscimo das tarifas. Tal redução também forçou os serviços interestaduais de ônibus e trens a competirem com o transporte aéreo.

v. Crescimento do número de viagens aéreas

Devido à maior concorrência na grande maioria das rotas, aos descontos extensivos e à maior disponibilidade voos, observou-se maior demanda por viagens aéreas.

vi. Programas de Fidelidade

A desregulamentação também impulsionou inovações de marketing tais como programas de fidelidade para passageiros frequentes, os quais recompensam a fidelidade do cliente com passagens, upgrades de cabine, check-in prioritário e outros benefícios (ver Borenstein, 1992).

vii. Global Distribution Systems (GDS)

Na década de 1990, as companhias aéreas começaram a se desfazer de seus sistemas de reservas por computador, permitindo que os sistemas se tornassem empresas independentes, os denominados Sistemas de Distribuição Global (GDS). Por exemplo, viajantes individuais acessam um GDS ao fazer uma reserva e podem reservar hotéis e alugar carros.

viii. Code Sharing

Acordos de compartilhamento de código (*Code Sharing*) permitem que duas ou mais companhias aéreas ofereçam uma gama mais ampla de serviços aos seus clientes do que forneceriam individualmente. Esses acordos de marketing permitem que uma companhia aérea emita passagens em um voo operado por outra companhia aérea como se fosse sua passagem, incluindo o uso de seu próprio código. Essa prática permite que as companhias aéreas comercializem redes expandidas para seus passageiros a um custo reduzido, incluindo ainda outras vantagens como horários coordenados.

A seguir, serão resumidos alguns acontecimentos pós-desregulamentação, de maneira a construir uma periodização que facilite a compreensão da base de dados do presente artigo, a qual é composta por um painel de 10 empresas do mercado aéreo norte americano para o período de 1995 a 2019. A base de dados utilizada é descrita na seção seguinte.

Período 1995-1999

Conforme Tsoukalas (2007), o período 1995-1999 foi bastante favorável para a indústria de transporte aéreo nos Estados Unidos. Observou-se forte crescimento da demanda por viagens aéreas e, conseqüente, crescimento da receita por parte das empresas. Também nesse período o preço mundial do petróleo, o qual influencia a precificação do combustível das aeronaves, estava relativamente baixo.

Período 2000-2005

Nos anos 2000, a indústria mundial de aviação, com destaque para a estadunidense, passou por períodos de turbulência, causada principalmente pela crise econômica de 2001, agravada pelo ataque terrorista de 11 de setembro de 2001. Segundo dados da Air Transportation Association (ATA)¹⁵, a indústria aérea dos Estados Unidos mostrou perdas acumuladas de 40 bilhões de dólares entre 2001 e 2005. Ademais, o cenário internacional era desfavorável com o petróleo a preços bastante elevados. Esse é um dos principais fatores responsáveis pelo período de crise. Apenas em 2006, o cenário apresentou melhora. Ainda nesse período, a crise mundial de 2001 impulsionou a redução do fluxo de passageiros. Os atentados de 11/09/2001 agravaram esse cenário, pois afetaram a percepção dos consumidores sobre a segurança das viagens aéreas, reduzindo a demanda.

A receita oriunda das tarifas aéreas mostrou forte declínio no período, impulsionada pela redução do fluxo de passageiros em viagens a negócio, os quais pagavam as maiores tarifas. Tsoukalas (2007) afirma que essa redução foi mais significativa para as NLCs, afetadas pela competição das companhias de baixo custo. Além disso, a internet também teve papel na redução das tarifas ao criar maior

¹⁵ Air Transport Association of America (ATA), 2007 Economic Report, www.airlines.org.

transparência para os consumidores e, conseqüentemente, estimular a competição no mercado em relação às tarifas cobradas.

As empresas aéreas também observaram crescimento dos custos do trabalho devido à renegociação dos contratos trabalhistas para atender às demandas das associações de trabalhadores. O custo do trabalho observado pelas empresas aéreas tradicionais (NLC's) acelerou as perdas de lucratividade após 11/09/2001. Destaca-se que a primeira reação das empresas aéreas tradicionais, após essa data, foi reduzir a capacidade e, conseqüentemente, o número de trabalhadores.

A tentativa de diminuir os custos do trabalho por parte das NLCs não foi suficiente para contrabalancear as perdas de receita, impulsionando uma onda de solicitações de proteção contra falência nos termos do capítulo 11.¹⁶ Considerando apenas as NLCs, a United Airlines realizou a solicitação em dezembro de 2002 e a USAirways em 2002 e 2004. Delta e Northwest aderiram em setembro de 2005 (Tsoukalas, 2007). American Airlines e Continental não solicitaram falência no período, mas também aproveitaram a oportunidade para se reestruturarem e obterem concessões dos sindicatos de trabalhadores.

As medidas de proteção da lei de falências norte-americana representaram uma oportunidade para as empresas tradicionais do mercado aéreo dos Estados Unidos reestruturarem seus planos de negócios, além de permitirem a redução de custos por meio da diminuição da força de trabalho e da renegociação de contratos trabalhistas.

Período 2006 - 2019

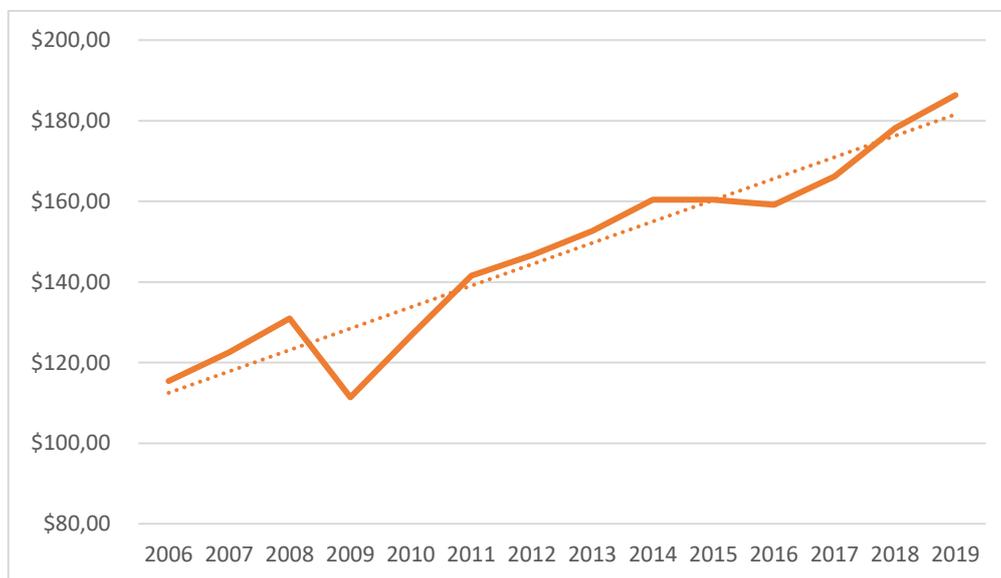
As LCCs aproveitaram-se do período de reestruturação das NLCs ampliando a participação no mercado. Entretanto, no mesmo período, passaram por dificuldades relacionadas com o envelhecimento da frota e da mão-de-obra e também foram impactadas pelo crescimento do preço dos combustíveis entre 2003 e 2005.

¹⁶ Na legislação estadunidense, quando uma empresa enfrenta problemas financeiros, mas almeja permanecer em atividade, ela tem a opção de solicitar “falência do capítulo 11”. Isso fornece proteção contra ações de credores enquanto a empresa reorganiza ativos e dívidas no intuito de se reestruturar para continuar atuando no mercado.

Em 2006, o fluxo de passageiros se recuperou, superando o nível anterior ao 11 de setembro em cerca de 14%, segundo dados do Global Airline Industry Program.¹⁷ Contudo, em 2008, a demanda ainda era cerca de 3% menor do que em 2000, e mostrou queda de 11% em 2009 (Borenstein, 2011). A lucratividade em 2006 foi positiva para a maioria das empresas NLCs, ao passo que várias LCCs enfrentavam problemas financeiros.

Após o período de recuperação e queda de rendimento devido à crise de 2008, a receita operacional total do setor aéreo dos Estados Unidos mostrou tendência de queda a partir de 2014 devido, principalmente, à redução do preço das passagens. Essa última, conforme detalham Stalnaker et al. (2018), é explicada pelo crescimento da capacidade no setor, da competição e pela tendência de queda no preço dos combustíveis. Ainda, segundo os autores, a queda no preço dos combustíveis ajudou as empresas aéreas a manterem lucros recordes em meados de 2017. O setor mostrou recuperação de 2017 a 2019, conforme aponta o Gráfico 1.

Gráfico 1 – Receita Operacional.

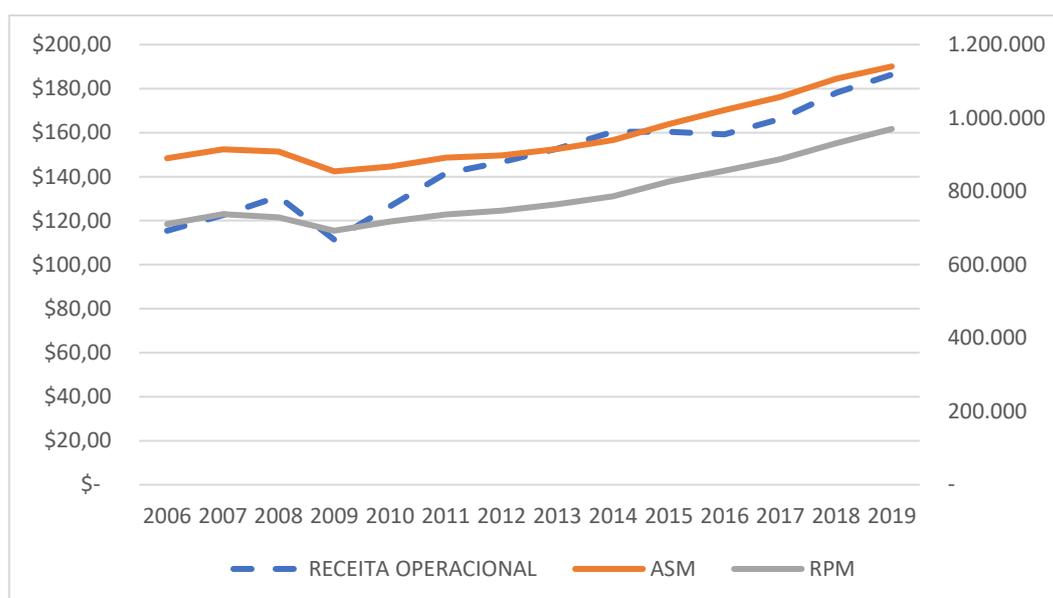


Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Airline Data Project Data Source. Valores em \$ bilhões.

¹⁷ Disponível em <http://web.mit.edu/airlines/index.html>.

Comparando-se os dois grupos (NLC e LCC), em meados de 2008, as NLCs representavam 82% da receita operacional, conforme Stalnaker et al. (2018). Contudo, em 2017, esse percentual passou a ser de 75,5%. Os autores ainda destacam o impacto do crescimento da capacidade do setor como um dos principais determinantes da receita total, em especial, por criar capacidade de elevação da receita com passageiros. A principal variável de capacidade mencionada pela literatura é o ASM (Available Seat Miles), calculado pelo número de assentos por aeronave vezes o número de milhas viajadas. Outra medida bastante utilizada é o RPM (Revenue Passenger Miles), que corresponde ao número de passageiros pagantes vezes o número de milhas viajadas. Observa-se comportamento semelhante entre o ASM, o RPM e a Receita Operacional Total para o período de 2006 a 2019, conforme o Gráfico 2.

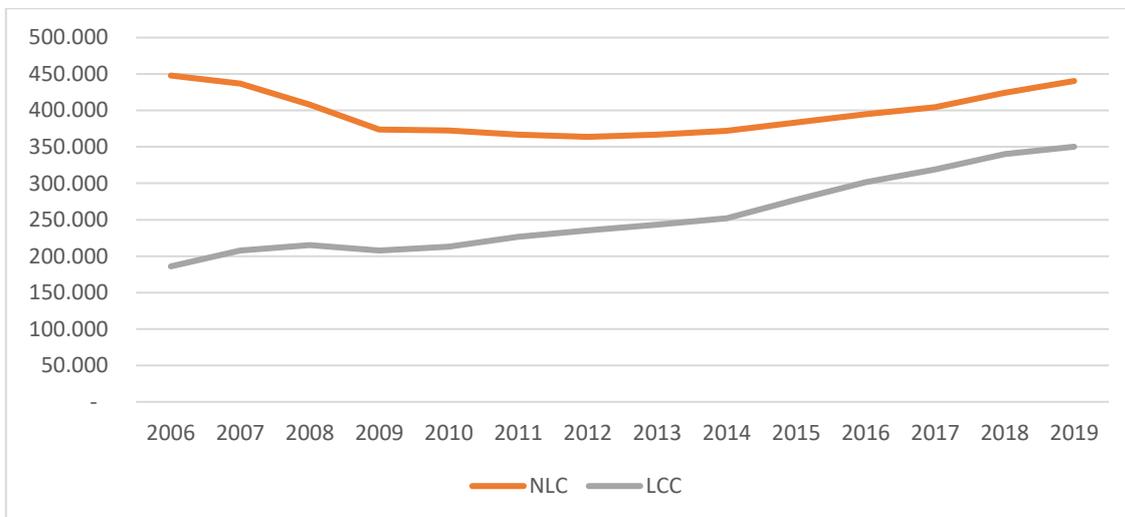
Gráfico 2 – Comparativo Receita, ASM e RPM.



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Airline Data Project. Receita Operacional em \$ bilhões e ASM e RPM em milhões.

Sobre a capacidade doméstica, medida em termos de ASM, é observada tendência de convergência entre as empresas do tipo NLC e LCC ao longo do tempo. Destaca-se que, de 2010 a 2015, o conjunto da LCCs cresceram 3,6% ao ano, aproximando-se dos níveis de assentos disponíveis por milha das NLCs. Para ambos os grupos, observa-se tendência de crescimento do ASM.

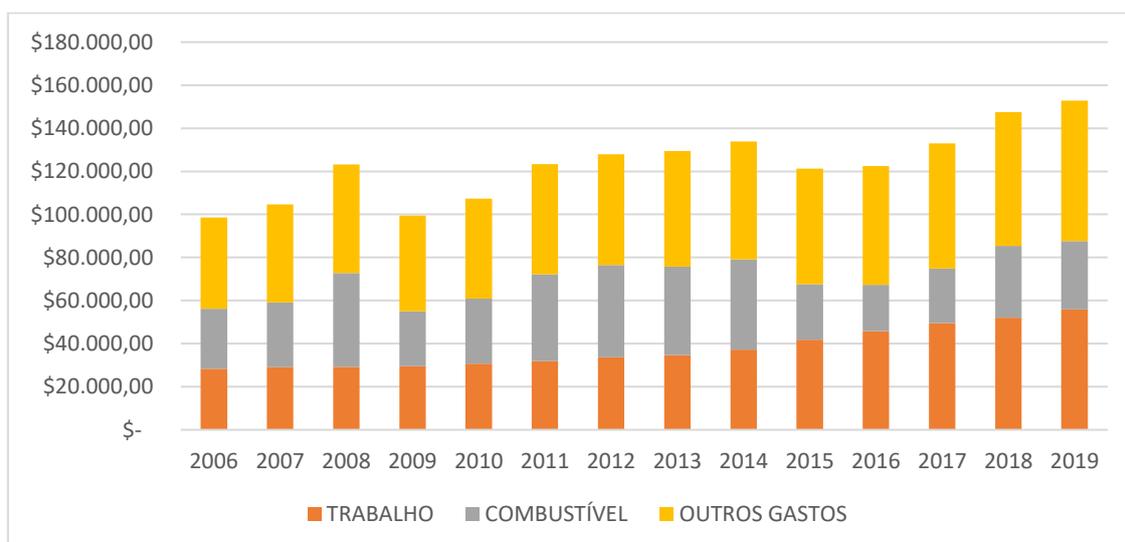
Gráfico 3 – ASM Doméstico.



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Airline Data Project. ASM em milhões.

Após a redução nos custos entre 2014 e 2016, é observado retomada da tendência de crescimento dessa variável entre 2016 e 2019, impulsionada pela elevação do custo do trabalho e do item outros gastos:

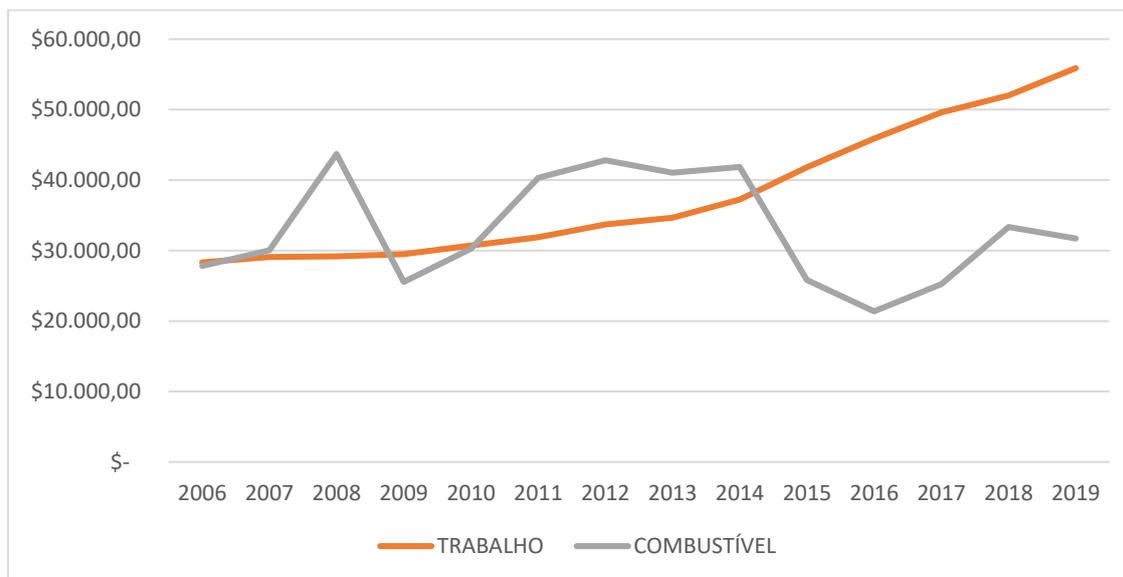
Gráfico 4 – Comparativo Custos Airlines.



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Airline Data Project. Dados em \$ milhões.

Em quase todo o período entre 2007 e 2014 o gasto com combustível das empresas aéreas superou o gasto com mão de obra e despesas relacionadas. Já de 2015 a 2019 preponderou a despesa com a força de trabalho. A queda no custo dos combustíveis impulsionou a lucratividade do período.

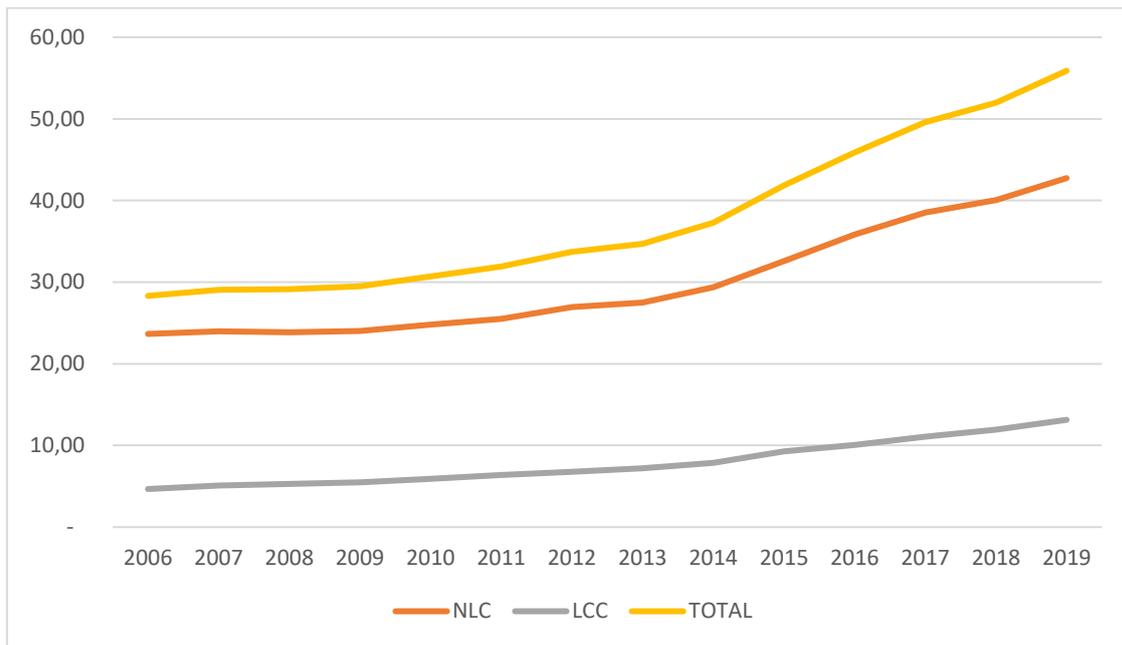
Gráfico 5 – Comparativo Custos.



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Airline Data Project. Dados em \$ milhões.

O trabalho representa o maior custo isolado para as empresas aéreas norte-americanas. Segundo Stalnaker et al. (2018), em 2017, o dispêndio com mão de obra representou 38,6% e 37,2% das despesas para as NLCs e LCCs, respectivamente. Nos anos recentes, várias empresas aéreas norte americanas negociaram contratos trabalhistas referentes aos salários de pilotos e de atendentes durante o pico de lucratividade e do período de baixos custos do combustível, o que resultou no crescimento dos custos da mão de obra tanto para as NLCs como para LCCs. O Gráfico 6 demonstra a diferença histórica entre as NLCs e LCCs em termo do custo com mão de obra, resultante do modelo de negócios empregado por cada tipo de empresa.

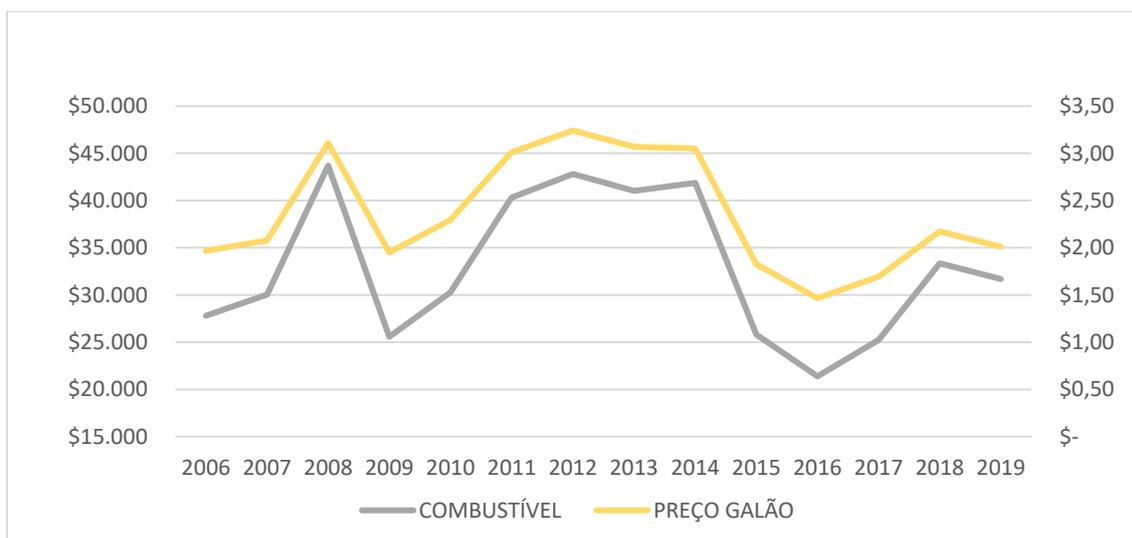
Gráfico 6 – Custo do Trabalho.



Fonte: Airline Data Project. Dados em US\$ bilhões.

O movimento de queda do preço do combustível iniciado em 2014 foi completamente revertido a partir de 2016. O preço dos combustíveis por galão mostrou crescimento até 2018 e nova queda em 2019. Conforme se observa no Gráfico 7, a despesa com combustível está diretamente associada ao preço do galão, o que confere bastante volatilidade a esse componente de custo das empresas.

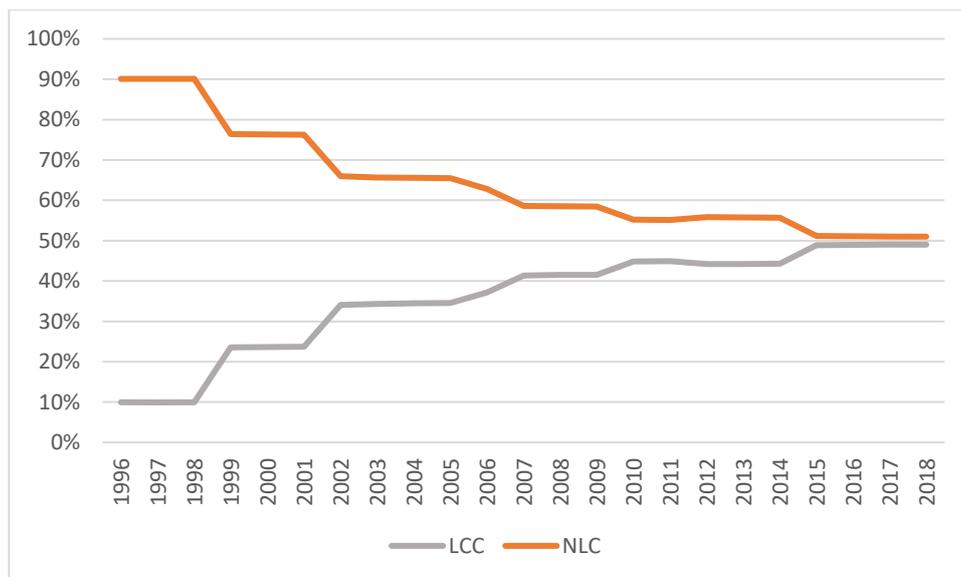
Gráfico 7 – Gasto com Combustível *versus* Preço do Galão.



Fonte: Airline Data Project. Dados em US\$.

Por fim, cabe comparar a evolução do market share das empresas dos tipos LCC e NLC, mensurado em termos da participação no RPM total da indústria.

Gráfico 8 – Evolução do Market Share dos Grupos.



Fonte: elaboração própria.

Ao longo do período de 1996 a 2018 observa-se a convergência das participações de mercado, com o grupo NLC perdendo espaço para as novas empresas entrantes, as quais seguem o modelo de negócios de menor custo. Destaca-se que, em 1996, havia apenas a Southwest como representante das LCCs. Ao final do período, a participação do grupo das empresas tradicionais era de 51%, percentual similar ao do grupo das de menor custo (49%).

3. Base de dados e Metodologia

3.1. Base de dados

Os dados do mercado de transporte aéreo de norte-americano foram obtidos do “The Airline Data Project” (ADP), projeto do departamento de transporte do MIT Global

“Airline Industry Program”¹⁸. A base ADP é atualizada em junho de cada ano, após a liberação do formulário 41 do U.S. Bureau of Transportation Statistics. A última atualização disponível havia sido a de dezembro de 2021, referente a dados do ano de 2020¹⁹. Destaca-se que, para o presente estudo, não foram utilizadas informações de serviços de frete.

A literatura do setor aéreo usualmente caracteriza as empresas do mercado por tipo de modelo de negócios: Value Carriers (low-cost) - LCCs e Network Carriers- NLCs. As empresas da base se dividem da seguinte forma:

Quadro 1 – Empresas por tipologia.

| Value carriers (low-cost) - LCC | Network Carriers/ Legacy carries - NLCs: |
|---------------------------------|--|
| AirTran | America West |
| Allegiant | Alaska |
| Frontier | American |
| JetBlue | Delta |
| Spirit | Continental |
| Southwest | Northwest |
| - | USAirways |
| - | Hawaiian |
| - | United |

Fonte: adaptado de Stalnaker et al. (2018) e Tsoukalas (2007).

Stalnaker et al. (2018) argumentam que as mudanças estruturais nos dois grupos ao longo dos anos dificultam a classificação das empresas aéreas americanas em apenas dois grupos. Um argumento comum é que a indústria está se movendo para três tipos de classificação: Ultra low cost (Spirit, Allegiant e Frontier), Traditional Networks (Delta, American e United) e um terceiro grupo formada pelas Companhias Southwest, Alaska,

¹⁸ Disponível em <http://web.mit.edu/airlines/>.

¹⁹ Maiores informações sobre as variáveis do ADP estão presentes no Form 41 Financial Reporting Categories Item List Guide: <https://www.bts.gov/explore-topics-and-geography/topics/financial-reporting-categories-item-list-guide>.

JetBlue e Hawaiian. Contudo, optou-se por utilizar as definições LCC × NLC, conforme apresentado no quadro anterior.

3.1.1. Variáveis Utilizadas

Output: RPM: Revenue Passenger Miles mensura o tráfego aéreo das Companhias em termo do total de passageiros (que geraram receita) multiplicado pelo número de milhas.

Capital: O estoque de capital é o número de aeronaves multiplicados pelos assentos médios por decolagem, de maneira a capturar o tamanho médio das aeronaves.

Emprego: número de pilotos e copilotos por Companhia.

Insumo intermediário: combustível (mf), medido em galões. Essa variável foi utilizada para a inversão no primeiro estágio do método empregado na estimativa da função de produção.

Preço do insumo intermediário: O preço médio do combustível da aeronave é calculado como:

$$P_{mf} = \frac{\text{Gasto com combustível}}{\text{Quantidade em galões}}$$

$$\text{Preço do produto: } \frac{\text{Receita Total}}{\text{RPM}} = \text{Preço por milha (yield)}$$

ASM: Assentos disponíveis por milha. Total de assentos disponíveis multiplicados pela distância voada.

Fator de carga: resulta da divisão do RPM pelo ASM, em um voo específico ou para todo o sistema. O fator de carga (load factor) representa a proporção da produção da Companhia aérea que é realmente consumida.

3.1.2. Estratégia de estimação dos markups

A presente seção baseia-se na abordagem de Hall (1988) e De Loecker e Warzynski (2012) para estimação de markup, descrita no Capítulo 1. Considera-se que a empresa aérea i no tempo t atua no mercado conforme a seguinte tecnologia:

$$Q_{it} = Q_{it}(X_{it}, K_{it}, \omega_{it}) \quad (1)$$

em que o fator variável X_{it} é o combustível (mf), K_{it} são os insumos fixos k_{it} e l_{it} , ω_{it} é a produtividade e Q_{it} representa o produto (RPM).

Minimização dos custos, dado \tilde{Q}_{it} :

$$L(X, K, \lambda) = P_{it}^{mf} mf_{it} + w_{it}l_{it} + r_{it}k_{it} + \lambda_{it}(\tilde{Q}_{it} - Q) \quad (2)$$

onde P_{it}^{mf} , w_{it} e r_{it} são, respectivamente, o preço do combustível, o salário e retorno do capital. A condição de 1ª ordem para o insumo variável pode ser resumida como:

$$\frac{\partial L_{it}}{\partial mf_{it}} = P_{it}^{mf} - \lambda_{it} \frac{\partial Q_{it}}{\partial mf_{it}} = 0 \quad (3)$$

Utilizando a teoria do capítulo 1 do presente trabalho:

$$CMg_{it} = P_{it}^{mf} \frac{\partial mf_{it}}{\partial Q_{it}} = \lambda_{it} \quad (4)$$

$$\theta_{it}^{mf} = \mu_{it} \times \frac{P_{it}^{mf} mf}{P_{it} Q_{it}} = \mu_{it} \times \alpha_{it}^{mf} \quad (5)$$

$$\mu_{it} = \frac{\theta_{it}^{mf}}{\alpha_{it}^{mf}} \quad (6)$$

θ_{it}^{mf} é a elasticidade do produto em relação ao combustível, a qual é obtida via método de estimação da função de produção, e α_{mf} é a participação dos gastos com combustível em relação a $P_{it}Q_{it}$ (preço do produto \times RPM).

3.1.3. Estratégia para estimação da função de produção

Para a estimação da função de produção, utilizou-se as abordagens de OP (1996) e LP (2001), estendidas por ACF (2015), assim como insights de De Loecker e Warzynsky (2012), De Loecker, Goldberg, Khandelwal e Pavcnik (2016) e Collard-

Wexler e De Loecker (2013). A função de produção, na forma translog, pode ser descrita como²⁰:

$$q_{it} = F_{it}(k_{it}, l_{it}, mf_{it}; \beta) + \underbrace{\omega_{it} + \epsilon_{it}}_{u_{it}} \quad (7)$$

$$F_{it}(k_{it}, l_{it}, mf_{it}; \beta) = \beta_0 + \beta_l l_{it} + \beta_k k_{it} + \beta_{mf} mf_{it} + \beta_{ll} l_{it}^2 + \beta_{kk} k_{it}^2 + \beta_{mfmf} mf_{it}^2 + \beta_{lk} lk_{it} + \beta_{lmf} lmf_{it} + \beta_{mfk} mfk_{it} + \beta_{lmfk} lmfk_{it}$$

Destaca-se que, no presente modelo, o trabalho e o capital possuem custos de ajustamento e representam os insumos fixos e dinâmicos do modelo. Esses insumos são considerados dinâmicos porque os seus valores em t dependem de seus valores em $t - 1$, devido aos custos de ajustamento. Além disso, esses insumos são considerados *fixos* por serem determinados, em cada período t , antes que a firma conheça a sua produtividade ω_{it} no período. Por outro lado, o insumo variável mf é determinado depois que a firma já conhece seu nível de produtividade. No setor aéreo dos Estados Unidos, a mão de obra do setor aéreo é fortemente sindicalizada, de forma que os custos de demissão são consideráveis. Além disso, a oferta de pilotos e copilotos é restrita, por se tratar de uma atividade fortemente regulada e com longo período de treinamento. Logo, o trabalho não pode ser considerado um fator variável nesse contexto. Por outro lado, mf_{it} , por ser um insumo variável, não dinâmico e correlacionado com ω_{it} , de forma que o mesmo pode ser utilizado tanto para a inversão no 1º estágio da estimação da função de produção quanto para calcular os markups, seguindo as metodologias citadas anteriormente.

Assim, na equação (7), ω_{it} é conhecida pela firma e desconhecido pelo econometrista e ϵ_{it} é não correlacionado com q_{it} . $F(.)$ é representada por uma função translog das variáveis l , k e mf , visto que essa especificação possibilita estimar elasticidades diferentes para cada empresa, refletindo diferenças na tecnologia de produção e de intensidade na utilização dos fatores.

²⁰ Todas as variáveis do model, representadas por letras minúsculas, estão em logaritmo.

Foi utilizada a abordagem de função controle da demanda do insumo intermediário, desenvolvida por LP (2001) e estendida por ACF (2015). A função demanda por combustível é dada por:

$$mf_{it} = mf_t(l_{it}, k_{it}, \omega_{it}, d_{it}) \quad (8)$$

$$d_{it} = d_t(wach_{it}, pfuel_{it}, time_{it}) \quad (9)$$

onde d_{it} representa as variáveis que afetam a demanda pelo insumo mf_{it} . Segundo Gandhi et al. (2020), a inclusão de variáveis que afetam a demanda pelo insumo na respectiva função de demanda, mas excluídas da função de produção, ajudam na identificação do modelo. No presente modelo, essas variáveis são:

- $wach_{it}$ = média salarial (salários e benefícios de pilotos e copilotos);
- $pfuel_{it}$ = preço do combustível (gasto com mf /nº de galões);
- $time_{it}$ = variável de tendência.

Assume-se que $mf_t(\cdot)$ é estritamente monotônica na única variável não observável (ω_{it}). Essa suposição implica que a função de demanda inversa pode ser utilizada como proxy para a produtividade.

1º Estágio (estimação de $\hat{\phi}$):

Invertendo a função anterior:

$$\omega_{it} = mf_t^{-1}(l_{it}, k_{it}, mf_{it}, d_{it}) \quad (10)$$

Substituindo na função de produção (7):

$$q_{it} = F_{it}(\cdot) + mf_t^{-1}(\cdot) + \epsilon_{it} = \phi_t(k_{it}, l_{it}, mf_{it}, d_{it}) + \epsilon_{it} \quad (11)$$

$$\omega_{it}(\beta) = \hat{\phi}_{it} - F_{it}(\cdot) \quad (12)$$

com $\hat{\phi}_{it}$ estimado de forma não paramétrica a partir da regressão de q_{it} em relação a um polinômio de 3ª ordem. Esse primeiro estágio objetiva corrigir o erro de medida e os choques não antecipados (ϵ_{it}).

2 ° Estágio (Regra de saída para as empresas aéreas):

Como em OP (1996), a probabilidade de sobrevivência das firmas do mercado em t , a qual é condicionada ao conjunto de informações em $t - 1$ (J_{it-1}), foi estimada de forma não paramétrica por meio de um modelo probit. A regra de seleção pode ser escrita da seguinte forma:

$$\begin{aligned} Pr(\chi_{it} = 1 \mid \underline{\omega}_t(S_{it}), J_{it-1}) &= \\ &= Pr[\omega_{it}(S_{it}) \geq \underline{\omega}_t(S_{it}) \mid \underline{\omega}_t(S_{it}), J_{it-1}] \\ &= 1 - F(\underline{\omega}_t \mid \omega_{it-1}) \equiv P_t(S_{it-1}) = \hat{P}_{it}. \end{aligned} \quad (13)$$

Define-se um indicador χ_{it} igual a 1 (um) se as firmas permanecem no mercado ou igual a 0 (zero), caso contrário. Ademais, $\underline{\omega}_t$ é o nível mínimo de produtividade que permite às empresas continuarem em operação no mercado. Nota-se, na equação acima, que $P_{it} = \rho_{t-1}(\omega_{it-1}, \underline{\omega}_{it})$ e que $\underline{\omega}_{it} = \rho_{t-1}^{-1}(\omega_{it-1}, P_{it})$.

No modelo probit estimado para a indústria aérea dos Estados Unidos $S_{it} = (pfuel_{it}, k_{it}, loadf_{it})$. Por fim, a inclusão desse 2º estágio na estimação é relevante, visto que, no período analisado, houve um grande movimento de fusões de firmas do mercado.

3º Estágio: Estimação dos coeficientes da função de produção

No presente modelo, considera-se a seguinte lei de movimento da produtividade:

$$\begin{aligned} \omega_{it} &= g(\omega_{it-1}, \underline{\omega}_{it}) + \varepsilon_{it} \\ &= g(\omega_{it-1}, \hat{E}_{it}) + \varepsilon_{it}^{21} \\ &= g(\phi_{it-1}(\cdot) - F_{it-1}(\cdot), \hat{E}_{it}) + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (14)$$

onde ε_{it} é a inovação da produtividade e $\underline{\omega}_{it}$ é o ponto de corte da produtividade acima do qual a firma permanece em atividade.

²¹ $\omega_{it} = g(\omega_{it-1}, \underline{\omega}_{it}) + \varepsilon_{it} = g(\omega_{it-1}, \rho_{t-1}^{-1}(\omega_{it-1}, P_{it})) + \varepsilon_{it} = g(\omega_{it-1}, P_{it}) + \varepsilon_{it}$. Contudo, como foi utilizada a probabilidade de saída ($E_{it} = 1 - P_{it}$), resultando na equação $\omega_{it} = g(\omega_{it-1}, E_{it}) + \varepsilon_{it}$.

Os coeficientes da função de produção são recuperados por momentos definidos em relação à inovação da produtividade:

$$E[Z \times (\varepsilon_{it}) | J_{it-1}] = 0 \quad (15)$$

A equação anterior foi estimada por GMM não linear:

$$\arg \min_{\theta \in \Theta} \frac{1}{N} \left\{ \left[Z'(\varepsilon_{it}) \frac{1}{N} \right]' W \left[Z'(\varepsilon_{it}) \frac{1}{N} \right] \right\} \quad (16)$$

Para formar o vetor de instrumentos Z , as variáveis l_{it} e k_{it} são os seus próprios instrumentos, visto que as mesmas não reagem a choques correntes da produtividade ω_{it} . Já para mf_{it} foi empregado mf_{it-1} , pois, conforme explicitado anteriormente, o consumo de combustível é correlacionado com os choques da produtividade.

4. Resultados Empíricos

A estimação da função de produção, nos formatos Cobb Douglas e Translog, gerou os seguintes coeficientes e respectivos intervalos de confiança:

Tabela 1 – Coeficientes estimados.

| | Cobb Douglas (CD) | Translog (TL) |
|------|----------------------------|-------------------------------|
| cons | 15,790 [15,600; 15,799] | -17,030 [-17,285; -16,584] |
| l | 0,160 [0,123; 0,344] | 0,329 [-0,075; 0,636] |
| k | 0,242 [0,143; 0,546] | 9,925 [9,709; 10,317] |
| mf | 0,308 [0,020; 0,373] | -1,762 [-2,094; -1,426] |
| l2 | | 0,197 [-0,128; 0,391] |
| k2 | | -1,056 [-1,190; -0,793] |
| mf2 | | -0,181 [-0,518; 0,124] |
| lk | | 0,325 [-0,090; 0,605] |

| | | |
|-------|-----|------------------|
| lmf | | -1,396 |
| | | [-1,528; -0,680] |
| mfk | | 1,207 |
| | | [0,625; 1,398] |
| lmfk | | 0,036 |
| | | [0,026; 0,047] |
| <hr/> | | |
| N | 285 | 285 |

Nota: Intervalo de confiança de 95% entre colchetes (bootstrap com 1.000 repetições, com cluster por firma).

Todos os coeficientes da função de produção CD foram significativos a 5%. A Tabela 2 apresenta as elasticidades recuperadas por meio dos coeficientes estimados para a função de produção Translog.

Tabela 2 – Elasticidades Total e por grupo.

| | Total | | LCC | | NLC | |
|--------------------|-------------------|---------|-------------------|---------|-------------------|---------|
| | Média/ DesvPad | Mediana | Média/ DesvPad | Mediana | Média/ DesvPad | Mediana |
| Trabalho | 0,170 [0,230] | 0,151 | 0,324 [0,211] | 0,295 | 0,077 [0,189] | 0,068 |
| Capital | 0,388 [0,330] | 0,427 | 0,386 [0,424] | 0,482 | 0,389 [0,260] | 0,400 |
| Combustível | 0,481 [0,345] | 0,500 | 0,342 [0,342] | 0,261 | 0,565 [0,319] | 0,561 |
| Retornos de Escala | 1,039 [0,152] | 1,000 | 1,052 [0,171] | 0,987 | 1,031 [0,140] | 1,002 |
| Observations | 285 | | 107 | | 178 | |

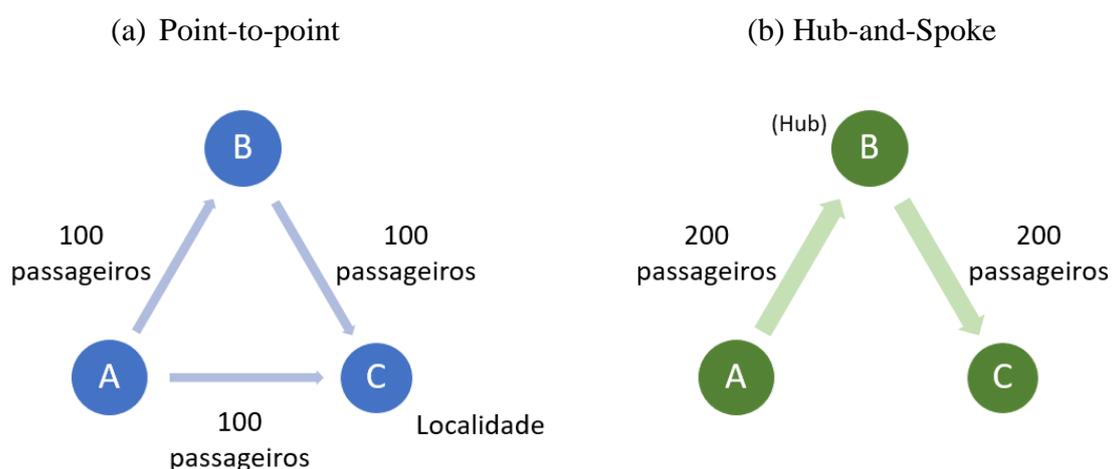
Nota: Para cada insumo é apresentada a elasticidade média, o desvio Padrão e a Mediana, a qual é menos influenciada por outliers. A penúltima linha apresenta os retornos de escala do setor. A tabela reporta as elasticidades do produto em relação a cada fator de produção oriundas da função de produção Translog e o retorno de escala do setor. As duas primeiras colunas apresentam as elasticidades para cada fator de produção e o retorno de escala para a base completa. Já as demais colunas apresentam essas estatísticas por tipo de grupo (LCC e NLC). O desvio padrão está entre colchetes (não é o erro padrão).

A Tabela 2 demonstra que os grupos também se distinguem em relação às elasticidades de utilização dos insumos de produção. Tanto a média quanto a mediana da elasticidade do trabalho é substancialmente maior para as empresas de baixo custo (LCC) do que para as do tipo Legacy (NLC). Por outro lado, a média e mediana da elasticidade

relativa ao combustível é consideravelmente superior para esse segundo grupo. Já a mediana da elasticidade em relação ao capital é um pouco maior para as LCCs, mas a diferença é relativamente pequena, ao passo que as medianas são semelhantes entre os grupos. Tais diferenças provavelmente se devem ao fato de que as NLCs tendem a adotar o sistema Hub-and-Spoke, enquanto as LCCs usualmente utilizam voos diretos (point-to-point). O sistema de Hub-and-Spoke reduz o número de rotas possíveis, pois substitui alguns voos diretos por voos com escala, conseqüentemente aumentando o número de passageiros em cada rota restante. Assim, essas empresas podem utilizar aeronaves maiores, bem como aumentar o fator de carga (*load factor*), ou seja, aumentar o grau de utilização dos assentos das aeronaves, o que reduziria a quantidade de mão de obra necessária por passageiro. Por outro lado, a utilização de combustível é maior, devido à maior distância percorrida, em média, por passageiro.

A Figura 1 ilustra a diferença entre os dois sistemas, considerando um caso simplificado de três localidades equidistantes A, B e C, sendo que 100 passageiros desejam ir de A para B, 100 passageiros desejam ir de A para C e 100 passageiros desejam ir de B para C. No caso do Hub-and-Spoke, os passageiros que desejam ir de A até C passam a fazer uma escala em B, conseqüentemente aumentando o número de passageiros que fazem as rotas A-B e B-C.

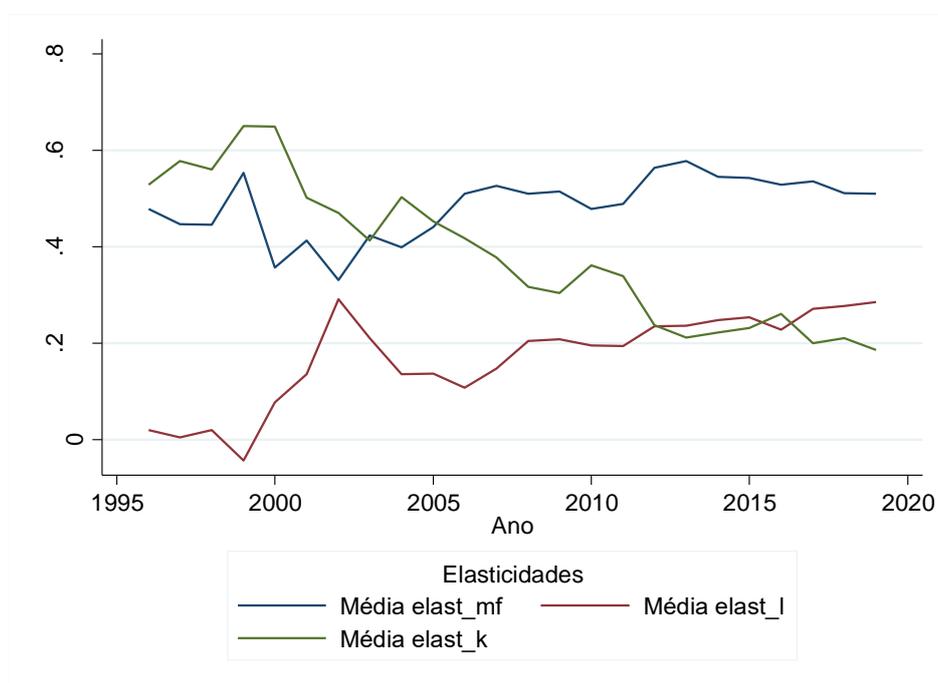
Figura 1 – Comparação dos sistemas Point-to-point e Hub-and-Spoke.



Fonte: elaboração própria.

Os grupos apresentam retornos de escala muito próximos a 1, apresentando, portanto, retornos constantes de escala. Em relação aos retornos de escala ao nível da firma, a Tabela A.1 do Apêndice A mostra que, para cerca de metade das firmas, os retornos de escala foram levemente crescentes, contudo, muito próximos de 1 (um). Considerando-se as quatro maiores empresas em termos de participação de mercado (Southwest, American, Delta e United), apenas a Southwest não apresentou retorno de escala maior que a unidade.

Gráfico 9 – Elasticidade média do produto em relação a cada insumo.



Nota: o gráfico demonstra a evolução das elasticidades ao longo do período. A elasticidade foi estimada como a média por ano. Período o 1996 a 2019.

Como demonstrado no Gráfico 9, a elasticidade relativa ao combustível apresenta-se relativamente constante ao longo do tempo. Já a elasticidade em relação ao capital mostrou tendência de queda, enquanto a elasticidade em relação ao trabalho tendeu a subir. Ressalta-se que os custos com o trabalho cresceram ao longo do período analisado, tanto em termos absolutos quanto em percentual do custo total.

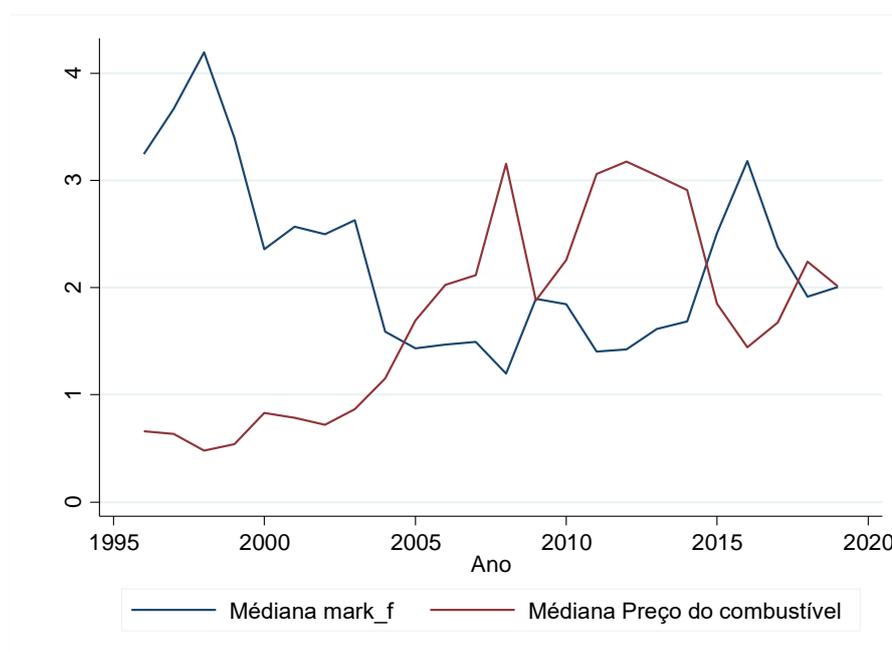
4.1. Evolução do Markup

4.1.1. Análise Geral dos markups por grupos e por empresas

A análise da série histórica²² indica que o markup decresceu no período analisado, mas com três fases distintas, as quais estão fortemente relacionadas com a evolução do preço dos combustíveis e com as crises econômicas de 2001 e 2008 (ano de menor markup). Esses três períodos foram: 1) forte queda de 1996 a 2005, no qual a mediana do markup caiu de 3,25 para 1,43; 2) certa estabilização de 2005 a 2014, com valores indo de 1,43 para 1,68 e 3) crescimento entre 2015 e 2019, com valores partindo de 1,68 para 2,01²³. A elevação acentuada do markup de 2014 a 2016, coincide com um período de forte queda no preço dos combustíveis, conforme se observa no Gráfico 10.

Dessa forma, a forte relação negativa observada entre o markup e o preço do combustível revela a dificuldade das empresas em elevar seus preços em resposta aos choques do preço do petróleo.

Gráfico 10 – Evolução markup e preço do combustível.



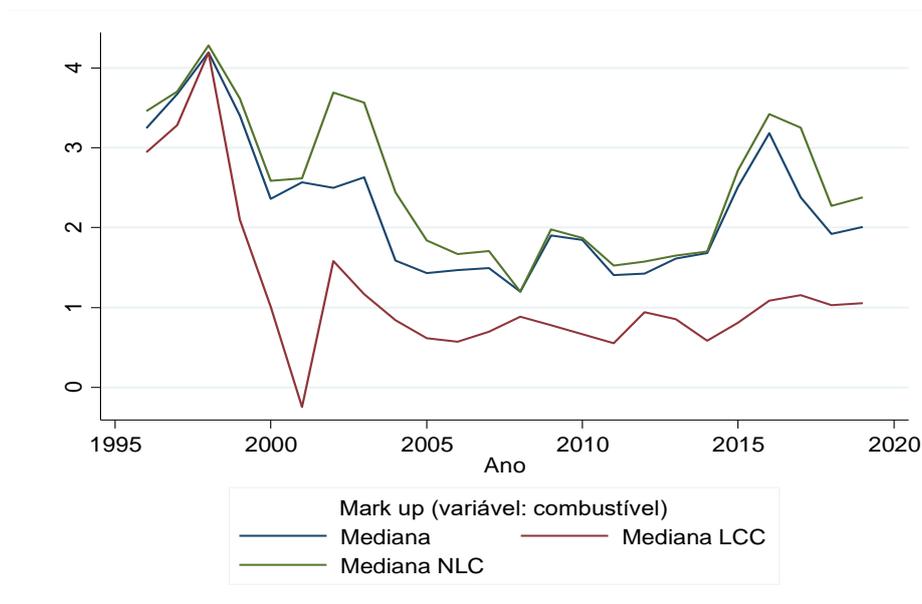
Fonte: elaboração própria.

²² Os dados da empresa Hawaiian foram utilizados para estimar os coeficientes na função de produção. Entretanto, tal empresa não foi considerada para análise do markup, pois sua estrutura de mercado difere significativamente das demais.

²³ Os dados referentes aos gráficos dessa seção são também apresentados em formato de tabela no Apêndice B.

Já o Gráfico 11 apresenta os valores dos markups por grupo (LCC e NLC).

Gráfico 11 – Evolução markup LCC e NLC, período 1996-2019.



Nota: observa-se que o valor em 2001 para as empresas LCCs foi negativo visto que, naquele ano, a categoria era composta pelas empresas AirTran, AllegiantAir e Southwest, sendo que, para as duas primeiras o markup foi negativo no ano.

Observa-se que, ao longo de toda série histórica, as empresas LCCs apresentaram markup mediano inferior ao das NLCs, sendo o markup mediano do setor determinado principalmente pelos valores das empresas tradicionais. É importante destacar ainda que a relação negativa entre o preço do combustível e o markup é maior para as NLCs (Tabela B.3, Apêndice B), visto que o markup das empresas LCC tem se apresentado relativamente constante no período posterior a 2001. Isso é condizente com as diferentes tecnologias de produção, já que, conforme observado anteriormente, as empresas NLC são mais intensivas em combustível (elasticidade do produto mais alta em relação a esse insumo) que as LCCs.

Bet (2001) desenvolveu análise do mercado aéreo dos Estados Unidos com base em um painel de periodicidade trimestral formado por 64 empresas aéreas (42 Regional e 22 Major) para o período 1990:Q1 a 2019:Q4. Diferente da abordagem do presente trabalho, o autor utilizou o número total de trabalhadores como o fator variável para a

estimação da elasticidade da função de produção e estimação do markup. A função de produção escolhida por Bet (2001) é do tipo Leontief no consumo do combustível e diferencia-se por tipo de Airline $s = \{Regional, Major\}$ ²⁴. Em outras palavras, Bet (2001) assume que a relação entre combustível e produção²⁵ é determinada por coeficientes fixos. Entretanto, diversos fatores podem afetar o consumo de combustível, tais como distância percorrida, tipo de aeronave, peso, entre outros. Logo, estratégias de atuação das companhias podem influenciar o consumo de combustível, de maneira que supor uma relação fixa entre distância percorrida e consumo de combustível parece ser uma suposição relativamente forte.

O trabalho de Bet (2021) também difere do presente estudo em termos de metodologia empregada para a estimação das funções de produção. O referido trabalho adotou o método de painel dinâmico²⁶, sem corrigir o viés de seleção da saída de empresas da base. Apesar dessas diferenças, Bet (2001) também observou decréscimo do markup médio (medido pela média ponderada pela participação no produto) nos períodos das crises de 2001 e 2008 e posterior recuperação no ano seguinte.

O Gráfico 12 mostra a evolução do markup das firmas no período 1996 a 2019²⁷:

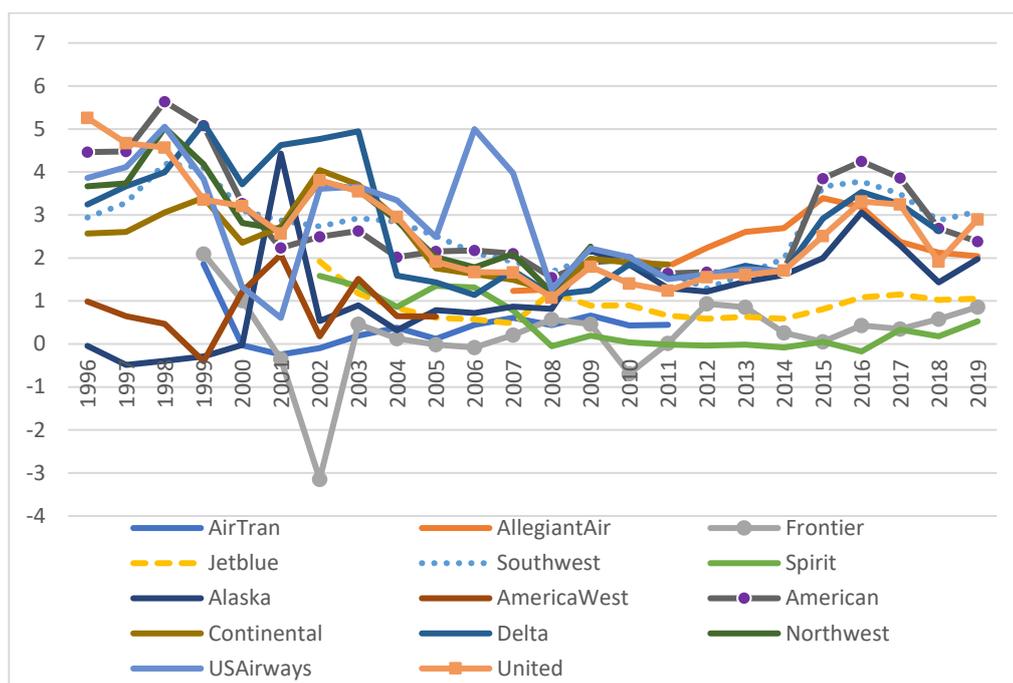
²⁴ $Q_{it} = \min[H_{s,t}(l_{it}, k_{it}, g_{it}, \beta)e^{\omega_{it}}; \beta_{mit}M_{it}]e^{\epsilon_{it}}$. Em que l = número total de trabalhadores, k = aircraft utilization (em minutos); g = estoque de propriedade, ω = produtividade e M é o consumo de combustível em galões. O autor também utilizou a função translog, contudo, como o modelo é Leontief em M , o coeficiente dessa variável não é estimado.

²⁵ Bet (2021) utiliza o ASM como variável de produto, não incorporando, portanto, a dimensão de lotação das aeronaves.

²⁶ O autor, para efeito comparativo, também calculou a elasticidade da função de produção em relação ao fator trabalho através dos métodos de função controle e de função custo. Em relação ao primeiro, utilizou a função demanda por combustível para a inversão da produtividade e não corrigiu pelo viés de seleção. As metodologias apresentaram resultados similares.

²⁷ Os dados apresentados no Gráfico III também são apresentados na Tabela 4C no Apêndice C.

Gráfico 12 – Evolução do Markup das firmas, 1996 - 2019.



Fonte: elaboração própria.

Para facilitar a análise ao nível da firma, apresenta-se a Tabela 1 com a mediana do markup das transportadoras para períodos específicos. Destacam-se na análise dessa estatística as empresas Southwest, Northwest (adquirida pela Delta Airlines em 2008, mas encerrou suas atividades em 2010), Delta e United. A primeira pertence ao grupo das LCC's, enquanto as três últimas compõem o grupo das NLCs. As empresas Ultra Low Cost (ULCCs) Frontier e Spirit apresentaram os menores markups, ao passo que a AllegiantAir, também classificada como ULCC, apresentou markup mediano de 2,18 ao longo do período.

Tabela 3 – Estimação do markup (mediana dos períodos).

| Empresa | LCC/NLC | 1996-2000 | 2001-2005 | 2006-2010 | 2011-2015 | 2016-2019 | Mediana |
|--------------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|
| Southwest | LCC | 3,28 | 2,84 | 2,01 | 1,67 | 3,28 | 2,86 |
| Northwest | NLC | 3,74 | 2,86 | 1,94 | | | 2,84 |
| Delta | NLC | 3,71 | 4,63 | 1,25 | 1,67 | 3,25 | 2,63 |
| United | NLC | 4,56 | 2,96 | 1,66 | 1,60 | 3,07 | 2,54 |
| USAirways | NLC | 3,86 | 3,34 | 2,22 | 1,66 | | 2,49 |
| Continental | NLC | 2,60 | 2,91 | 1,63 | 1,85 | | 2,46 |
| American | NLC | 4,48 | 2,23 | 1,96 | 1,67 | 3,27 | 2,31 |
| AllegiantAir | LCC | | | 1,62 | 2,61 | 2,25 | 2,18 |
| Alaska | NLC | -0,29 | 0,79 | 0,87 | 1,45 | 2,13 | 1,06 |
| Jetblue | LCC | | 1,00 | 0,89 | 0,63 | 1,07 | 0,86 |
| AmericaWest | NLC | 0,64 | 0,65 | | | | 0,64 |
| AirTran | LCC | 0,92 | 0,12 | 0,44 | 0,44 | | 0,43 |
| Frontier | LCC | 1,55 | -0,01 | 0,21 | 0,26 | 0,51 | 0,35 |
| Spirit | LCC | | 1,35 | 0,20 | -0,02 | 0,26 | 0,19 |
| | NLC | 3,38 | 2,53 | 1,74 | 1,65 | 2,89 | 2,05 |
| | LCC | 2,94 | 0,84 | 0,66 | 0,73 | 1,07 | 0,89 |
| Total | | 3,27 | 2,02 | 1,31 | 1,60 | 2,29 | 1,71 |

Fonte: elaboração própria.

A Tabela B.5 do Apêndice B apresenta a posição relativa das empresas em termos de markup para o período analisado. Ao longo do tempo em que permaneceram em operação, destacam-se como as empresas que mantiveram os maiores markups (1^a ou 2^a posição no ranking) as transportadoras American (13/24 - 54%), Southwest (9/24 – 37,50%), US Airways (7/19 - 36,84%, a qual fundiu com a American) e Allegiant Air (4/13 – 30,77%). Observa-se que, ao final do período (2015-2018), sobressaíram-se, em termos de posição no ranking, American (NLC), Southwest (LCC), Delta (NLC) e United (NLC), nessa ordem. Em relação à empresa Delta destaca-se, a estratégia de manter markups elevados de 1999 a 2003, passando essa empresa da 5^a/6^a para a 1^a posição no ranking nesse período, provavelmente, em resposta à crise. No Apêndice B também é apresentada a evolução do markup dessas empresas (Gráfico B.1).

Em geral, observa-se que a concorrência no setor é pouco dinâmica, sendo observada uma forte persistência na posição relativa das firmas em termos de markup. Conforme se observa na Tabela B.5 do Apêndice B, as correlações ano a ano no ranking de markup geralmente superam 0,9, exceto nos períodos de crise e entrada de novas firmas. Particularmente, observou-se redução da correlação nos seguintes períodos: 1) ano de 1999, devido à entrada da AirTran e Frontier, além da elevação do markup da Delta, passando essa empresa da 5^a/6^a posição para a 1^a; 2) crise econômica de 2001,

agravada pelos ataques terroristas de 11/09/2001, e 3) crise de 2008-2009, acompanhada pela elevação dos preços do petróleo. Isso indica que algumas firmas tendem a responder aos choques de maneira diferente. Particularmente, observa-se no Gráfico 11 que, durante a crise 2008, o markup das empresas LCC caiu, ao passo que o markup das NLC's subiu ligeiramente. Observa-se, no entanto, que, uma vez dissipados os choques, o mercado rapidamente volta a apresentar elevada correlação intertemporal.

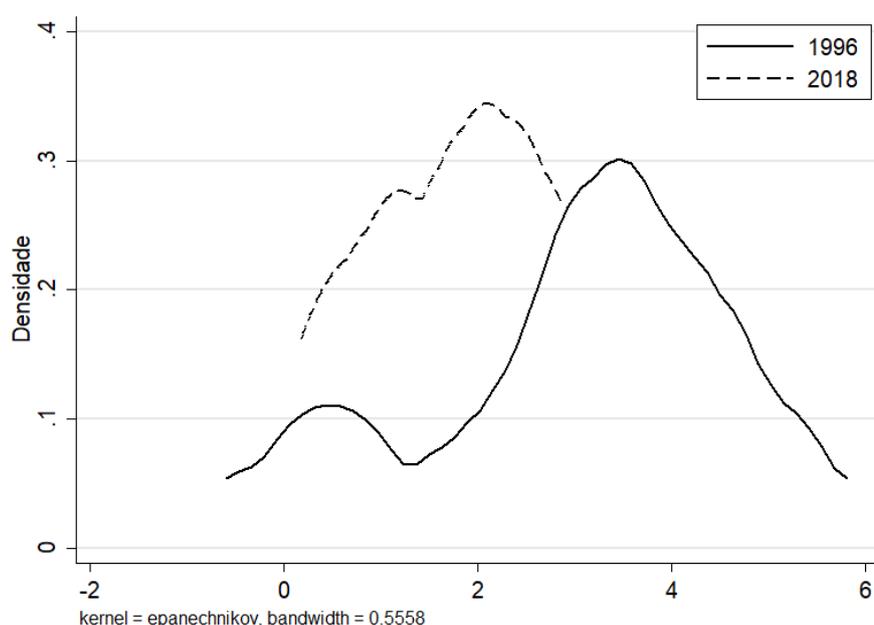
4.1.2. *Distribuição do markup do setor aéreo.*

A presente seção e a seguinte se baseiam na metodologia empregada por De Loeker, Eeckhout e Unger (2020). A vantagem de utilizar a função de produção do tipo *translog* é a possibilidade de obter markups para cada firma ao longo do período analisado. Assim, obtém-se também a distribuição do markup para o setor.

Para inferências iniciais sobre a distribuição dos markups, o Gráfico 13 apresenta as densidades de Kernel para essa métrica nos anos de 1996 e 2018²⁸. Observa-se que a distribuição é assimétrica negativa e bimodal, embora tais características fossem mais pronunciadas no período inicial. Há uma redução da dispersão dos dados entre os dois períodos, o que também pode se dever, em parte, à redução do número de firmas no mercado. Em 2018, o markup das maiores empresas se concentrou em torno de 2.

²⁸ Não foi utilizado o ano de 2019, pois não há dados para a empresa Delta nesse ano. Incluir esse período pode enviesar a análise, pois essa operadora é uma das mais importantes do setor.

Gráfico 13 – Distribuição do markup do setor 1996 e 2018.

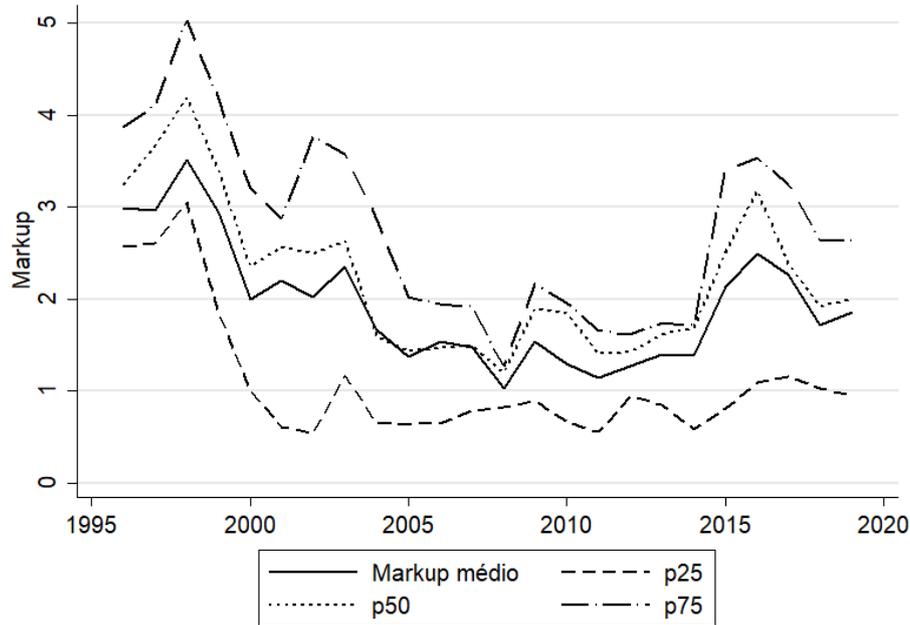


Fonte: elaboração própria.

Para complementar a análise anterior, o Gráfico 14 apresenta diferentes momentos da distribuição do markup da indústria ponderados pela participação no produto do setor (RPM)²⁹. Observa-se variação da dispersão, ao longo do tempo, entre as firmas com menores (p.25) e maiores (p.75) markups. Tal dispersão é compatível com os períodos identificados na seção anterior: 1 - forte queda de 1996 a 2005 (maior dispersão); 2 - certa estabilização de 2005 a 2014 (menor dispersão) e 3 - crescimento entre 2015 e 2019 (maior dispersão).

²⁹ Para obter os percentis, ponderou-se cada firma pelo seu market Share em toda a amostra.

Gráfico 14 – Percentil dos markups ponderados pela participação no produto (RPM).



Fonte: elaboração própria.

4.1.3. Decomposição do markup médio

Como demonstrado acima, o setor aéreo dos Estados Unidos passou por um intenso processo de consolidação e reestruturação no período recente, o que pode ter influenciado a trajetória de evolução do markup do setor. Sabe-se da teoria econômica que o crescimento do markup de um dado setor e/ou economia também pode ser impactado pela elevação da participação de mercado das firmas líderes.

Visto que a variação do markup agregado ($\Delta\mu_t^I$) pode ser determinada pelo crescimento não ponderado dos markups e/ou pela realocação da atividade econômica, foi realizada, conforme De Loecker, Eeckhout e Unger (2020), a seguinte decomposição no intuito de esclarecer os determinantes da variação do markup do setor:

$$\Delta\mu_t^I = \underbrace{\sum_i s_{i,t-1} \Delta\mu_{it}}_{\Delta\text{Within}} + \underbrace{\sum_i \tilde{\mu}_{i,t-1} \Delta s_{it}}_{\Delta\text{Market share}} + \underbrace{\sum_i \Delta\mu_{it} \Delta s_{i,t}}_{\text{Cross}} + \underbrace{\sum_{i \in \text{Entry}} \tilde{\mu}_{i,t} s_{i,t} - \sum_{i \in \text{Exit}} \tilde{\mu}_{i,t-1} s_{i,t-1}}_{\text{Entrada líquida}}$$

$\Delta\text{Realocação}$

onde $\boldsymbol{\mu}_t^I = \sum_i s_{it}\mu_{it}$ é o markup médio da indústria e s_{it} é a participação de cada empresa i no produto (RPM) no ano t . $\Delta\mu_{it} = \mu_{it} - \mu_{it-1}$, $\Delta s_{it} = s_{it} - s_{it-1}$, $\tilde{\mu}_{it} = \mu_{it} - \boldsymbol{\mu}_{t-1}^I$ e $\tilde{\mu}_{it-1} = \mu_{it-1} - \boldsymbol{\mu}_{t-1}^I$ ³⁰.

Os autores partem dos insights das metodologias de decomposição da produtividade e descrevem os três termos da decomposição conforme abaixo:

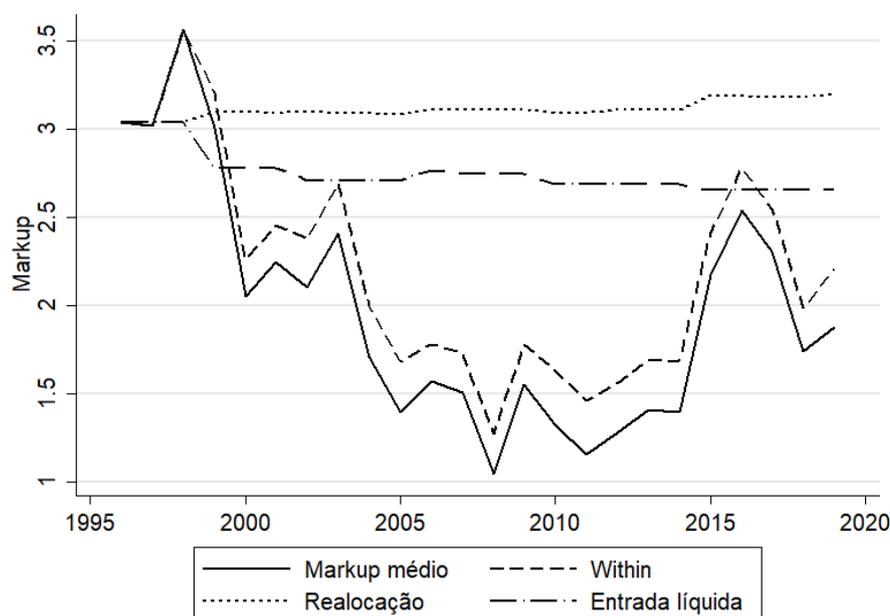
- 1- *Δwithin* mede a variação média atribuída ao markup, mantendo o market share constante em $t-1$;
- 2- *Δreallocation* captura a realocação da atividade econômica. Possui 2 componentes: a) variação do market share, mantendo o markup fixo em $t-1$ ($\sum_i \tilde{\mu}_{i,t-1}\Delta s_{it}$). Se esse termo apresentar crescimento, há evidências de que as firmas com markups elevados apresentam market share superior e, assim, aumenta-se o peso das firmas líderes em termos de markup. Nesse contexto, há aumento do markup do setor sem que este se eleve por si só. b) termo cruzado ($\sum_i \Delta\mu_{it}\Delta s_{i,t}$), o qual mensura a variação conjunta nos markups e no market share.
- 3- *Net Entry* mensura o efeito líquido da entrada e da saída e, assim, captura a mudança na composição das firmas no mercado. Por exemplo, se as firmas entrantes apresentarem markup superior ao das que saem, esse termo será positivo.

A Tabela B.6 do Apêndice B apresenta os resultados da decomposição. De forma semelhante a De Loeker, Eeckhout e Unger (2020), para facilitar a interpretação, apresenta-se o markup médio decomposto nos componentes acima de forma cumulativa³¹.

³⁰ Como em De Loeker, Eeckhout e Unger (2020) e Haltiwanger (1997), subtraiu-se o markup médio da indústria (ponderado pelo produto) em $\tilde{\omega}_{i,t} - \tilde{\omega}_{i,t-1}$ para identificar o papel da realocação.

³¹ Essa forma de apresentação representa um estudo contrafactual. Por exemplo, a linha do termo within demonstra o efeito sobre o markup médio, se existisse apenas esse efeito. O mesmo raciocínio é válido para os demais componentes.

Gráfico 15 – Decomposição da Variação do Markup ao Nível da Firma.



Fonte: elaboração própria.

Ao longo de todo o período, o efeito acumulado da variação do markup, mantendo-se o market share inalterado (efeito *within*), foi responsável por cerca de 80% da variação do markup médio da indústria. Conforme destaca Bet (2021), o fato de o efeito *within* ser o principal determinante da evolução do markup do setor justifica-se pela elevada concentração no mercado e relevância da capacidade das firmas de fixar preços. Considerando-se os efeitos acumulados, os outros termos mostraram menor representatividade, entretanto o comportamento no período apresentou alguns insights.

O termo de realocação foi levemente positivo e crescente, destacando-se a parcela do efeito cruzado da decomposição (Tabela B.6), ou seja, nos momentos em que foi observada a realocação, ambos o markup e o market share variaram. Ademais, foram observados picos de crescimento em 1999 e 2015, em que o termo *Cross* se sobressaiu consideravelmente em relação ao $\Delta Market\ share$ (próximo de zero).

Em 1999, ocorreu a entrada das empresas LCC's AirTran e Frontier, o que coincidiu com várias operadoras apresentando decréscimo no markup e no market share. Tais eventos produziram um valor positivo para o termo cruzado nesse ano. No

ano de 2015, o termo cruzado apresentou valor positivo devido ao efeito da fusão da US Airways com a American Airlines, a qual fez com que a marca American Airlines observasse elevação do seu markup, em conjunto com o crescimento de sua participação de mercado. As demais empresas com markups elevados não tiveram grande variação de sua participação de mercado no ano, logo a referida fusão se sobressaiu.

O termo entrada líquida possui efeito cumulativo negativo e contribuiu para a redução do markup do setor, pois o markup conjunto das firmas que entraram no período foi inferior ao das firmas que saíram. Ressalta-se que todas as empresas que entraram (AirTran, AllegianAir, Frontier, JetBlue, Spirit) são do tipo LCC e, como já demonstrado, esse grupo apresenta menor capacidade de cobrar preços acima do custo marginal. Já, dentre as empresas que saíram, a única que não era do tipo NLC é a AirTran. Pontua-se que tais operadoras deixaram de existir devido a processos de fusão com outras companhias. É importante destacar que o ano de 1999 (entrada da AirTran e Frontier) possui o maior efeito negativo da entrada líquida.

4.1.4. Insights sobre o comportamento dos markups nas fusões e aquisições

A preocupação com o crescimento da competição na indústria aérea vem crescendo nos últimos anos. Ao longo do período de reestruturação até os tempos atuais, processos importantes de fusões e aquisições ocorreram no mercado fazendo com que o *market share* (medido pelo CR4) combinado das quatro maiores empresas aéreas passasse de 57% em 2007 para quase 80% em 2015 (Bet, 2021, p.8). Abaixo, apresenta-se os principais movimentos de fusões e aquisições observados para as empresas da base:

- 1997: Fusão da AirTran com a ValueJet.
- 1998: A American Airlines adquiriu a Reno Air.
- 2001: A American Airlines adquiriu a TWA.
- 2005: America West Airlines comprou a US Airways em 2005 e passou a se chamar US Airways. A marca America West Airlines deixou de existir em 2007.
- 2008: Northwestern Airlines adquiriu a Delta Airlines e finalizou suas operações em 2010.

- 2010: Fusão da Continental Airlines com a United Airlines. A Continental Airlines parou de operar no mercado em março de 2012.
- 2011: AirTran Airways foi adquirida pela Southwest Airlines em maio.
- 2015³²: Fusão da US Airways com a American Airlines.

A presente seção analisa de forma descritiva as 5 últimas fusões ocorridas no setor, visto que inexitem na base informações das empresas ValueJet, Reno Air e TWA. Os Gráficos B.3 e B.4 do Apêndice B apresentam, respectivamente, a evolução dos markups das empresas que participaram de processos de fusão e do market share das firmas.

US Airways X America West

Aquisição da US Airways pela America West ocorreu em 2005. A marca America West deixou de operar em 2007³³(ano da liberação do certificado de operação única). Destaca-se que esta operadora, antes da fusão, apresentava markups baixos, em torno de 0,64. Em 2006, primeiro ano após a fusão, o markup da US Airways (marca remanescente) passou de 2,49 (em 2005) para 5,00 (2006) e 3,97 (2007), alcançando a 1ª posição nesses dois períodos pós-fusão, decaindo no período seguinte com a crise de 2008 e seguindo tendência de redução. É importante frisar que a US Airways já apresentava média elevada de markups antes da junção das empresas.

Em relação ao market share (Gráfico B.4), antes de 2005 a participação da US Airways no mercado era em média de 7%, passando para 15% e 14% em 2006 e 2007, mas decaiu para cerca de 8% e manteve-se estável nesse patamar até sair do mercado em 2015, após a fusão com a American Airlines.

Northwest X Delta

A aquisição da Northwest pela Delta ocorreu em 2008. A Northwest parou de operar em 2010. Antes da aquisição, os markups médios das empresas apresentavam pouca diferença e a evolução das empresas era semelhante (Gráfico B.3). A operação ocorreu em ano de crise, logo os markup das duas empresas apresentaram queda nesse ano. Em 2009, os markups permaneceram menores do que a média pré-crise de 2008.

³² A fusão foi iniciada em 2013, mas apenas em 2015 ocorreu a integração total.

³³ Inexistem dados no “The Airline Data Project” (ADP) referentes à America West para 2006 e 2007 (ano que a America West finalizou suas operações).

Pontua-se que, em 2009, a Northwest apresentou a 1ª posição em relação ao markup. De 2010 em diante, o markup da Delta mostrou tendência de recuperação, consolidando-se ao final do período como a empresa com 3º o maior markup.

De 1996 a 2009 o market share da Delta (Gráfico B.4) mostrou variação de 18% a 15%. Em 2010 (saída da Northwest), passou para 24% e manteve-se relativamente constante nesse patamar até 2018.

Continental X United Airlines

Em 2010, ocorreu a fusão da Continental com a United Airlines. A primeira parou de operar em 2012. Como pode ser verificado no Gráfico B.3, as empresas, no período 1996-2000, apresentaram estratégias diferenciadas em relação ao markup, com correlação baixa e negativa (-0,20). De 2001 a 2010 (ano da fusão), o markup das empresas passou a apresentar forte correlação (0,97). Em 2011, primeiro ano após a fusão, a Continental apresentou a 1ª posição no ranking, com o markup de 1,85, ao passo que o markup da United apresentou a mesma posição dos últimos dois anos (8ª). A United mostrou tendência de crescimento do markup a partir de 2012 (fim da operação da Continental), permanecendo entre a 4ª e 5ª posição no ranking no período de 2012 a 2018 e atingiu a 2ª posição em 2019.

No período de 1996 a 2011 a participação de mercado da United apresentou tendência de redução, variando de 23% (1996) a 14% (2011), ao passo que o da Continental cresceu de 7% para 11%. Em 2012 (ano da saída da Continental do mercado), o market share da United passou para 25% e manteve-se em média no valor de 23% de 2012 a 2018, com leve tendência de decréscimo.

AirTran X Southwest

Em 2011, a AirTran foi adquirida pela Southwest. Destaca-se que o negócio foi consolidado em maio de 2011, sendo que um único certificado operacional para a operadora combinada foi obtido em março de 2012³⁴ e a AirTran parou de operar. O comportamento dos markups das empresas no período de 1996-2011, mostrou comportamento distinto, com o markup da AirTran muito inferior ao da Southwest, a qual

³⁴ "Southwest Airlines And AirTran Airways Begin Connecting Networks" (Press release). Southwest Airlines. 2013-02-14. Retrieved 2013-04-07. Disponível em <https://swamedia.com/releases/southwest-airlines-and-airtran-airways-begin-connecting-networks>.

apresentava média elevada de markup antes da operação, atingindo as 2ª e 3ª posições no ranking em 2010 e 2011. Nos dois anos seguintes ao da operação (2012 e 2013), a Southwest decaiu para as 6ª e 5ª posição no ranking dos markups. Em dezembro de 2014, a Southwest anunciou que o processo de integração entre as duas empresas seria concluído, o que coincidiu com a tendência de crescimento do markup, passando a empresa a ocupar a 2ª posição no ranking, chegando à 1ª em 2018 e 2019.

A AirTran, no período 1999 a 2011, apesar de apresentar tendência de crescimento do market share, era responsável por uma parcela reduzida do mercado, com participações inferiores a 3%. Já a Southwest, no mesmo período, expandiu sua atuação no mercado de 5% a 12%. No ano de 2012 (fim da operação da marca AirTran), a participação de mercado da Southwest subiu para 14%, mantendo-se aproximadamente nesse patamar até o final do período.

US Airways X American Airlines

No ano de 2015, ocorreu a fusão entre a US Airways e American Airlines. A junção das duas empresas foi iniciada em 2013. Contudo, apenas em outubro de 2015 a FAA (Federal Aviation Administration) concedeu um único certificado operacional para a nova companhia aérea, de forma que a marca US Airways deixou de existir. Após a operação, a American Airlines passou a ser a maior companhia aérea do mundo (considerando as principais métricas, incluindo receita, passageiros e tamanho da frota)³⁵. Em 2013, ambas as empresas se encontravam em dificuldades financeiras. A American Airlines solicitou falência em 2011, ao passo que a US Airways já havia passado por um processo de falência e ainda estava em período de recuperação da fusão com a America West.

Como pode ser verificado no Gráfico B.3, nos anos anteriores à fusão, havia correlação significativa na estratégia de markup das empresas, sendo que ambas apresentavam tendência de redução nos markups. De 1996 a 2002, o markup da American Airlines superou significativamente o da US Airways. Já no período 2003 a 2007, a US Airways se sobressaiu, tanto em relação à American Airlines, como na posição do

³⁵ Noticiário Why American Airlines & US Airways Merged, disponível em [https://simpleflying.com/american-airlines-us-airways-merger/#:~:text=American%20Airlines%20and%20US%20Airways,largest%20airline%20at%20the%20ime](https://simpleflying.com/american-airlines-us-airways-merger/#:~:text=American%20Airlines%20and%20US%20Airways,largest%20airline%20at%20the%20time).

ranking. Entre os anos 2008 a 2014 os valores observados para os markups foram muito próximos (correlação de 0,88). Em 2015, ano da fusão completa, o markup da American Airlines apresentou intenso crescimento, figurando na 1ª posição do ranking de 2015 a 2017 e 2ª em 2018, terminando 2019 entre as três empresas com maiores markups (Tabela B.5, Apêndice B). Esse comportamento é indício de ganho de mercado do novo grupo criado pela fusão das duas empresas.

A magnitude de operação e dos possíveis efeitos anticompetitivos fizeram com que o Departamento de Justiça dos EUA, juntamente com vários procuradores-gerais do Estado solicitassem o bloqueio da fusão. Os principais argumentos contra a operação foram os preços mais altos e a menor concorrência. Contudo, em 2013, essa questão foi resolvida com a concordância da empresa remanescente em se desfazer dos slots nos aeroportos de Washington Reagan National e LaGuardia e de manter seus níveis anteriores de operação em vários aeroportos preocupantes por pelo menos três anos. Também em 2013, passageiros e agentes de viagens ajuizaram ação *antitruste*, baseada no aumento do preço do ticket, embora tal ação não tenha impedido a operação.

O market share da US Airways, antes da empresa sair do mercado (1996 a 2014), manteve-se relativamente constante com média de 8% de participação, exceto nos anos de 2006 e 2007 nos quais apresentou elevação considerável. A American Airlines, por outro lado, apresentava market share médio de cerca de 19%, com tênue tendência de decréscimo e sua participação do mercado decaiu de 20% no ano de 1996 para 17% em 2014. Em 2015, o market share dessa empresa subiu para 25%, o que representa um crescimento de 47% em relação ano anterior. De 2016 a 2018, apesar da redução de cerca de 1 ponto percentual ao ano, a participação de mercado da empresa apresentou média de 24%. Ao final do período, a empresa competia em termos de participação de mercado com a Delta e a United.

Os dados acima indicam que, em geral, as fusões do mercado aéreo influenciaram o markup cobrado pelas empresas oriundas das fusões, aumentando a liderança destas em termos de capacidade de cobrar preços acima do custo marginal. A fusão da AirTran com a Southwest é uma exceção, já que, nos primeiros anos, o markup da marca remanescente decaiu. Entretanto, após a completa integração dos sistemas das duas empresas, a posição da Southwest melhorou substancialmente. A fusão da Northwest com a Delta ocorreu em conjunto com a crise de 2008, mostrando as duas empresas redução no markup. Em 2010,

ano da saída da marca Northwest do mercado, a Delta melhorou sua capacidade de elevar seu markup. Destaca-se que esta análise é puramente descritiva, sendo necessária um estudo mais detalhada para a mensuração dos efeitos das fusões sobre o markup do setor.

Em relação à evolução do market share, observa-se que, para as empresas que participaram de processos de fusão como a marca remanescente no mercado, foram verificados ganhos de participação de mercado após a consolidação do novo grupo, conforme esperado. Ademais, exceto para a US Airways, as empresas conseguiram manter essa maior participação no mercado ao longo dos anos.

Ao final do período analisado, consolidaram-se como as empresas líderes em termos de markup e market share **a Southwest, American, Delta e United**. Ressalta-se que a Southwest, apesar dos markups elevados, apresenta parcela de mercado inferior ao das outras três, em cerca de 7%. As quatro empresas, em conjunto, respondem por 82% do mercado em termos de RPM.

As operadoras AllegianAir (LCC), Alaska (NLC), JetBlue (LCC), Spirit (LCC) e Frontier (LCC), as quais não participaram de nenhum processo de fusão, também observaram tendência de crescimento do market share ao longo do período, destacando-se JetBlue e Alaska. Todavia, em relação ao markup, apenas a AllegianAir e a Alaska indicaram propensão de crescimento e as demais mostraram queda dessa métrica. Destaca-se que a AllegianAir, apesar de apresentar média substancial para o markup, apresenta o menor market share.

4.2. Evolução da produtividade do setor aéreo dos Estados Unidos

4.2.1. Análise Geral da produtividade por grupos e por empresas

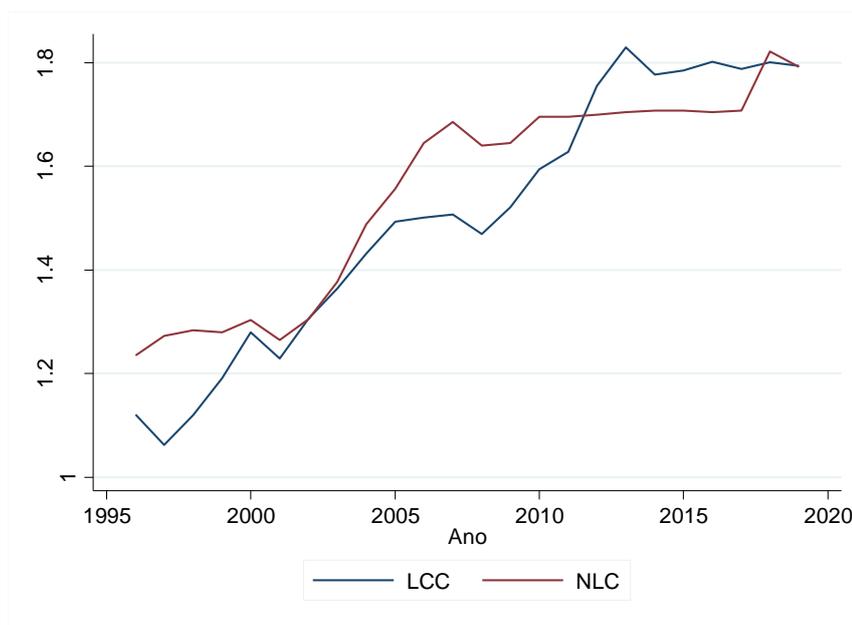
A partir dos coeficientes da função de produção Translog apresentados na Tabela 1, foram estimadas as produtividades³⁶ médias do setor, por grupos (LCC e NLC) e por empresa. Para efeito de comparação, o Gráfico C.1 do Apêndice C mostra a evolução das produtividades estimadas via função de produção Cobb-Douglas e Translog, observa-se

³⁶ A produtividade foi estimada da seguinte forma: $tfp_{it} = EXP(q_{it} - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_l l_{it} - \hat{\beta}_k k_{it} - \hat{\beta}_{mf} mf_{it} - \hat{\beta}_{ll} l_{it}^2 - \hat{\beta}_{kk} k_{it}^2 - \hat{\beta}_{mfmf} mf_{it}^2 - \hat{\beta}_{lk} lk_{it} - \hat{\beta}_{lmf} lmf_{it} - \hat{\beta}_{mfk} mfk_{it} - \hat{\beta}_{lmfk} lmfk_{it})$.

que ambas as metodologias indicam tendência de crescimento da produtividade ao longo do tempo.

O Gráfico 16 apresenta a evolução da produtividade média (*Total Factor Productivity – TFP*) estimada ao longo do período para os grupos de empresa LCC e NLC. Observa-se tendência de crescimento para ambos os grupos. Para as LCCs, a produtividade cresceu durante a maior parte do período, se estagnando apenas a partir de 2013. Já no caso das NLCs o crescimento de produtividade se concentrou no período 2001 a 2007, o qual se caracteriza como um momento de acirramento da concorrência, com entrada de três empresas no setor, redução dos markups e aumento do preço do combustível. Observa-se que as crises de 2001 e 2008 afetaram ambos os tipos de empresas, porém esses choques não tiveram efeito duradouro.

Gráfico 16 – Produtividade Total dos Fatores LCC X NLC.

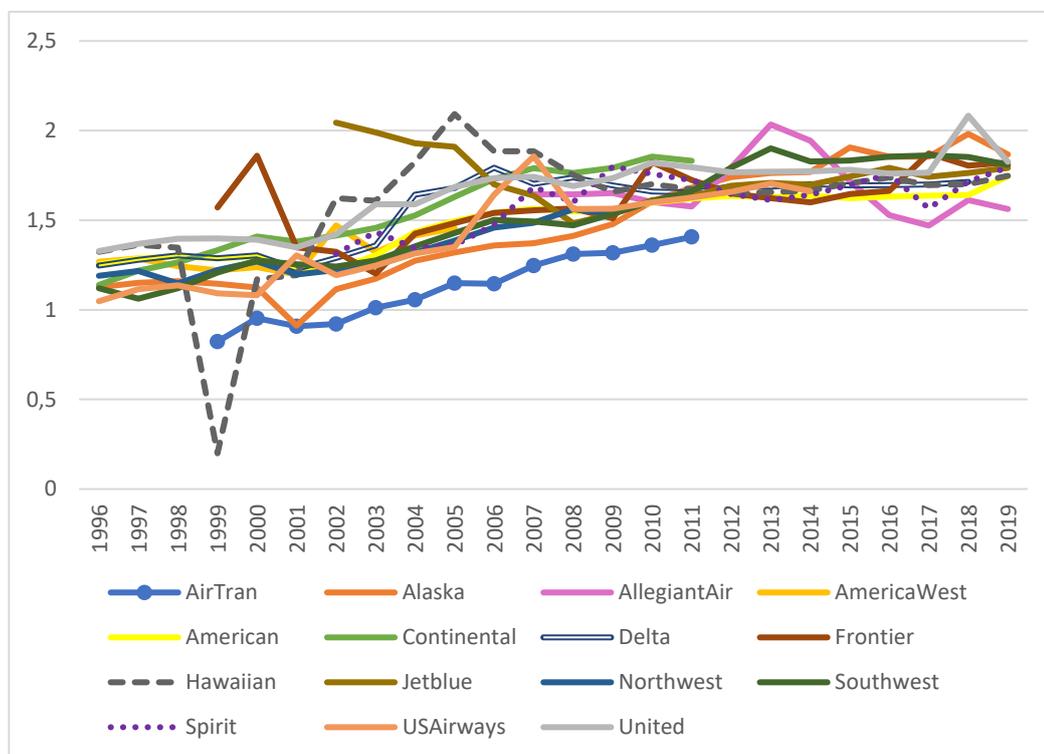


Nota: a Produtividade média ponderada pela participação no produto (RPM) foi estimada para o período 1996-2019.

A TFP das *legacy carriers* (NLC) foi superior à das empresas *low cost* (LCC) durante a maior parte do período (66,67% do tempo). Tal tendência, no entanto, se reverteu a partir de 2012, com as LCCs superando as NLCs em produtividade média. Apesar disso, observa-se que ambas as tipologias têm, em média, níveis similares de

produtividade (Tabela C.1, Apêndice C), inclusive apresentando redução da diferença nas produtividades dos grupos ao longo do tempo.

Gráfico 17 – Evolução da Produtividade Total dos Fatores das empresas de 1996 a 2019.



Nota: Produtividade total dos fatores foi estimada via função Translog, a partir dos coeficientes da Tabela 1. O valor da produtividade da Hawaiian em 1999 foi muito baixo, pois nesse ano o valor do trabalho (número de pilotos e copilotos), o qual foi retirado da base “The Airline Data Project” (ADP), foi muito pequeno.

O Gráfico 17 e a Tabela C.2 do Apêndice C demonstram a evolução da produtividade das firmas ao longo do tempo. Observa-se que, com exceção da Continental, as marcas que saíram do mercado (aquelas que deixaram de existir devido a processos de fusão), apresentaram, em média³⁷, as menores produtividades, considerando-se o período de 1996-2019. Como pode ser verificado na Tabela C.2 do Apêndice C, as empresas com maiores produtividades (medida pela mediana do período) foram United, JetBlue e Delta. A Southwest, apesar de estar entre as empresas mais produtivas ao final do período (2018/2019), e ser uma das maiores empresas do mercado

³⁷ Esse resultado mantém-se também com a mediana.

em termos de market share, manteve-se na 9ª posição em termos de produtividade medida pela mediana do período.

O ranking de produtividade (Tabela C.3, Apêndice C) não foi liderado por nenhuma empresa específica ao longo do tempo, sendo que, das 15 empresas, 8 apresentaram a maior produtividade em algum momento do período. A United se destaca, no entanto, por ter permanecido entre as 4 maiores produtividades durante todo o período. A sua fusão com a Continental, outra empresa de produtividade relativamente alta, provavelmente contribuiu para que a United mantivesse essa consistência. Destacam-se também, em termos de posição no ranking a melhora da Southwest e da Alaska. A primeira, após o fim da marca AirTran em 2012³⁸, passou da 7ª posição em 2011 para 2ª posição em 2012, mantendo-se nesse patamar até 2017, caindo para a 3ª em 2018. A segunda apresentou melhora contínua de sua posição a partir de 2010, alcançando a 2ª posição em 2018.

4.2.2. Decomposição da Produtividade Média

Para melhor avaliar o crescimento da produtividade do setor aéreo, foi utilizada a seguinte decomposição, também utilizada por De Loecker, Eeckhout e Unger (2020):

$$\Delta \omega_t^I = \underbrace{\sum_i s_{i,t-1} \Delta \omega_{it}}_{\Delta \text{Within}} + \underbrace{\sum_i \tilde{\omega}_{i,t-1} \Delta s_{it}}_{\Delta \text{Market share}} + \underbrace{\sum_i \Delta \omega_{it} \Delta s_{i,t}}_{\text{Cross}} + \underbrace{\sum_{i \in \text{Entry}} \tilde{\omega}_{i,t} s_{i,t} - \sum_{i \in \text{Exit}} \tilde{\omega}_{i,t-1} s_{i,t-1}}_{\text{Entrada líquida}} \underbrace{\hspace{10em}}_{\Delta \text{Realocação}}$$

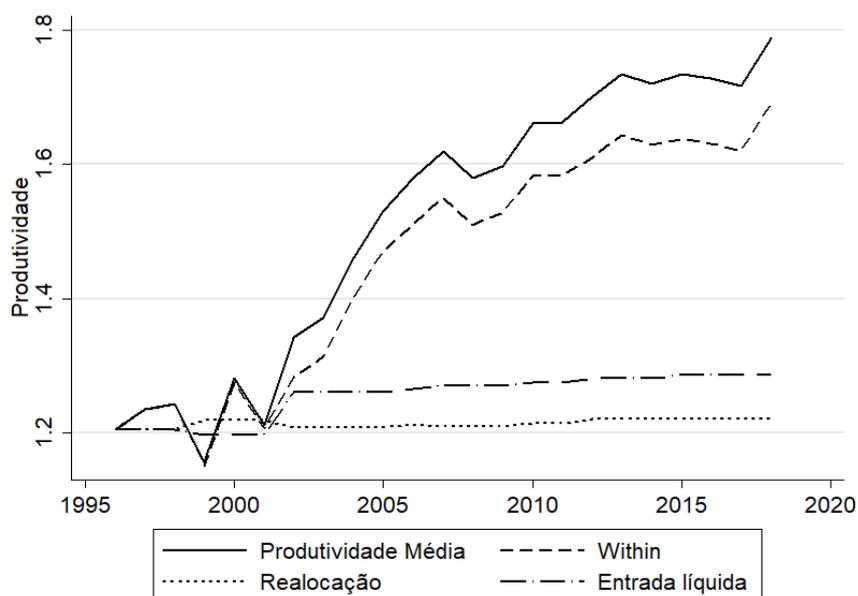
onde $\omega_t^I = \sum_i s_{it} \omega_{it}$ é a produtividade média da indústria no ano t , em que s_{it} é a participação de cada empresa i no produto (RPM) no ano t . Além disso, temos que $\Delta \omega_{it} = \omega_{it} - \omega_{it-1}$, $\Delta s_{it} = s_{it} - s_{it-1}$, $\tilde{\omega}_{it} = \omega_{it} - \omega_{t-1}^I$ e $\tilde{\omega}_{it-1} = \omega_{it-1} - \omega_{t-1}^I$ ³⁹.

³⁸ A AirTran foi adquirida pela Southwest em 2011 e a marca deixou de existir em 2012.

³⁹ Como em De Loecker, Eeckhout e Unger (2020) e Haltiwanger (1997), subtraiu-se a produtividade média da indústria (ponderado pelo produto) em $\tilde{\omega}_{i,t}$ e $\tilde{\omega}_{i,t-1}$ para identificar o papel da realocação.

Os termos da decomposição possuem interpretação similar à da seção 4.1.3, a qual demonstra os resultados para o markup. A Tabela C.4 do Apêndice C apresenta os resultados da decomposição. Como na análise do Markup da seção anterior, a produtividade média e os componentes *Within*, *Realocação* e *Entrada líquida* são apresentados de forma cumulativa:

Gráfico 18 – Decomposição do Crescimento da produtividade ao Nível da Firma.



Fonte: elaboração própria.

O efeito *within* foi responsável pela quase totalidade do crescimento da produtividade do setor aéreo, enquanto os termos de realocação e entrada líquida indicaram pouca influência. Destaca-se o efeito positivo da entrada líquida em 2002, ano da entrada das empresas LCCs JetBlue e Spirit.

Conclusão

O presente artigo objetivou avaliar a evolução do markup e da produtividade total dos fatores para o setor aéreo dos Estados Unidos no período de 1996 a 2019, considerando a diferença entre as empresas e os modelos de negócios utilizados no setor (LCC - low-cost e NLC- Network Carriers/ Legacy Carriers).

As diferenças entre os grupos podem ser verificadas em vários aspectos. Já na estimação das elasticidades do produto (RPM) em relação aos insumos da função de produção, observa-se que o produto para as empresas LCCs é mais elástico em relação ao fator trabalho (número de pilotos e copilotos), ao passo que as NLCs apresentam maior elasticidade em relação ao uso do combustível. Sobre o uso de capital (nº de aeronaves vezes os assentos médios por decolagem), o comportamento entre os grupos foi semelhante).

Há forte correlação negativa entre o markup aplicado pelas firmas e o preço dos combustíveis, destacando-se a relação mais intensa para o grupo NLC. Tal correlação evidencia a dificuldade das empresas em elevarem seus preços em resposta aos choques no preço do combustível. Observa-se ainda que, ao longo de toda série histórica, as empresas LCCs mostraram markup mediano inferior ao das NLCs. A menor intensidade em relação ao combustível, no entanto, confere uma vantagem às LCCs, já que se trata de um insumo de preço relativamente volátil.

A American foi a empresa que se manteve entre a 1ª e 2ª posições em termos de markup durante a maior parte da série histórica. Considerando-se o final do período (2015-2018), sobressaíram-se, em termos de posição no ranking, a American (NLC), Southwest (LCC), Delta (NLC) e United (NLC), nessa ordem. A forte persistência na posição relativa das firmas em termo de markup indica que o setor é pouco dinâmico, verificando-se redução da correlação apenas nos períodos de fortes crises (2001 e 2008) e com a entrada de novas firmas. Contudo, uma vez dissipados os choques, o mercado rapidamente volta a apresentar elevada correlação intertemporal.

Os dados descritivos evidenciam que, em geral, as fusões do mercado aéreo influenciaram o markup cobrado pelas empresas oriundas das fusões, melhorando a liderança destas em termos de capacidade de cobrar preços acima do custo marginal. Todavia, para quantificar o impacto desses movimentos de reestruturação no setor aéreo dos Estados Unidos, assim como verificar os possíveis efeitos negativos para o mercado consumidor, é necessária análise econométrica mais apurada. Uma possibilidade é a aplicação da modelagem de Controle Sintético para dados em painel.

Observa-se, para os grupos LCC e NLC, uma propensão de elevação da produtividade total dos fatores (TFP). A tipologia NLC mostrou TFP superior a maior parte do período. Essa tendência foi revertida a partir de 2012, ano em que o grupo LCC

superou o NLC. Todavia, os níveis de produtividade média dos grupos são muito próximos e há aparente tendência de convergência.

O ranking de produtividade não foi liderado por nenhuma empresa específica ao longo do tempo, sendo que das 15 empresas, 8 apresentaram a maior produtividade em algum momento do período. A United se destaca, no entanto, por ter permanecido entre as 4 maiores produtividades durante todo o período. A sua fusão com a Continental, outra empresa de produtividade relativamente alta, provavelmente contribuiu para que a United mantivesse essa consistência. Observa-se também que as empresas que saíram do setor, todas devido à processos de fusão, apresentaram as menores produtividades, medidas pela mediana em relação ao período em que permaneceram na base.

Por fim, a variação média da produtividade total dos fatores e do markup do setor no período de 1996-2018 foram determinadas, principalmente, pelo desempenho das próprias firmas (efeito *within*), em detrimento dos efeitos de realocação e composição das firmas no mercado (entrada líquida). No entanto, a decomposição do markup do setor indicou ténue decréscimo do efeito da entrada líquida, visto que, as firmas que entraram no setor, as quais são do tipo LCC, apresentaram, em média, menores markups do que as que saíram, representadas por NLCs em quase sua totalidade.

Referências bibliográficas

- ACKERBERG, Daniel A.; CAVES, Kevin; FRAZER, Garth. Identification properties of recent production function estimators. *Econometrica*, v. 83, n. 6, p. 2411-2451, 2015.
- ATA. Air Transport Association 2008 Economic Report, 2008.
- BET, Germán. Market Power in the US Airline Industry. Available at SSRN 3913695, 2021.
- BORENSTEIN, Severin. The Evolution of U.S. Airline Competition. *Journal of Economic Perspectives*, v. 6, n. 2, p. 45-73, 1992.
- BORENSTEIN, Severin. Why can't US airlines make money?. *American Economic Review*, v. 101, n. 3, p. 233-37, 2011.

- CAMERON, A. Colin; GELBACH, Jonah B.; MILLER, Douglas L. Bootstrap-based improvements for inference with clustered errors. *The Review of Economics and Statistics*, v. 90, n. 3, p. 414-427, 2008.
- COBB, C.; DOUGLAS, P. A Theory of Production. *The American Economic Review*, v.18, n.1, p.139-165, 1928.
- COLLARD-WEXLER, Allan; DE LOECKER, Jan. Reallocation and technology: Evidence from the US steel industry. *American Economic Review*, v. 105, n. 1, p. 131-171, 2015.
- DE LOECKER, J.; WARZYNSKI, F. Markups and firm-level export status. *American Economic Review*, v. 102, n. 6, p. 2437-71, 2012.
- DE LOECKER, J., GOLDBERG, P. K., KHANDELWAL, A. K., & PAVCNIK, N. Prices, markups, and trade reform. *Econometrica*, v. 84, n. 2, p. 445-510, 2016.
- GANDHI, Amit; NAVARRO, Salvador; RIVERS, David A. On the identification of gross output production functions. *Journal of Political Economy*, v. 128, n. 8, p. 2973-3016, 2020.
- GESLIN, Celia. Pricing and competition in US Airline markets: Changes in Air Travel Demand since 2000. 2006. Tese de Doutorado. Massachusetts Institute of Technology.
- GRILICHES, Zvi; MAIRESSE, Jacques. Production functions: the search for identification. NBER Working Paper no. 5067, 1995.
- KLETTE, Tor Jakob; GRILICHES, Zvi. The inconsistency of common scale estimators when output prices are unobserved and endogenous. *Journal of Applied Econometrics*, v. 11, n. 4, p. 343-361, 1996.
- OLLEY, G. S.; PAKES, A. The dynamics of productivity in the telecommunications equipment industry.” *Econometrica*, v.64, n.6, p. 1263–1297, 1996.
- SOLOW, R. Technical change and the aggregate production function. *The Review of Economics and Statistics*, v. 39, n. 3, p. 312-320, 1957.
- STALNAKER, Tom; USMAN, Khalid; TAYLOR, Aaron. *Airline Economic Analysis*. Oliver Wyman, p. 1-68, 2016.

TSOUKALAS, Gerassimos. Convergence in the US airline industry: a unit cost and productivity analysis. 2007. Tese de Doutorado. Massachusetts Institute of Technology.

WOOLDRIDGE, Jeffrey M. On estimating firm-level production functions using proxy variables to control for unobservables. *Economics Letters*, v. 104, n. 3, p. 112-114, 2009.

ZGODAVOVÁ, Zuzana; ROZENBERG, Róbert; SZABO, Stanislav. Analysis of Point-to-Point versus Hub-and-Spoke airline networks. In: 2018 XIII International Scientific Conference-New Trends in Aviation Development (NTAD). IEEE, 2018. p. 158-163.

Apêndice A – Resultados da estimação da função de produção.

Tabela A.1 – Retorno de escala por empresa.

| Empresa | Retorno de Escala |
|--------------|-------------------|
| Hawaiian | 1,20 |
| Spirit | 1,20 |
| AllegiantAir | 1,13 |
| Frontier | 1,11 |
| United | 1,09 |
| American | 1,09 |
| Delta | 1,07 |
| Northwest | 0,98 |
| AirTran | 0,98 |
| Southwest | 0,94 |
| Continental | 0,94 |
| Alaska | 0,93 |
| AmericaWest | 0,91 |
| US Airways | 0,90 |
| Jetblue | 0,89 |

Nota: Retorno de escala de todas as empresas da base, medido pela mediana.

Apêndice B – Markups

Tabela B.1 – Evolução do markup total e por grupo (LCC, NLC).

| Ano | Total Markup | Markup LCC | Markup NLC |
|------|--------------|------------|------------|
| 1996 | 3,25 | 2,94 | 3,46 |
| 1997 | 3,67 | 3,28 | 3,70 |
| 1998 | 4,19 | 4,19 | 4,28 |
| 1999 | 3,40 | 2,09 | 3,61 |
| 2000 | 2,36 | 1,01 | 2,58 |
| 2001 | 2,57 | -0,24 | 2,62 |
| 2002 | 2,50 | 1,58 | 3,69 |
| 2003 | 2,63 | 1,17 | 3,57 |
| 2004 | 1,59 | 0,84 | 2,44 |
| 2005 | 1,43 | 0,61 | 1,84 |
| 2006 | 1,47 | 0,57 | 1,67 |
| 2007 | 1,49 | 0,70 | 1,71 |

| | | | |
|------|------|------|------|
| 2008 | 1,20 | 0,89 | 1,20 |
| 2009 | 1,90 | 0,78 | 1,98 |
| 2010 | 1,85 | 0,66 | 1,87 |
| 2011 | 1,40 | 0,55 | 1,52 |
| 2012 | 1,42 | 0,94 | 1,57 |
| 2013 | 1,62 | 0,85 | 1,65 |
| 2014 | 1,68 | 0,58 | 1,70 |
| 2015 | 2,51 | 0,81 | 2,72 |
| 2016 | 3,18 | 1,08 | 3,42 |
| 2017 | 2,38 | 1,15 | 3,25 |
| 2018 | 1,92 | 1,03 | 2,27 |
| 2019 | 2,01 | 1,05 | 2,38 |

Nota: Para o cálculo do markup anual, foi utilizada a mediana. O valor para o LCC foi negativo em 2001, pois havia apenas 3 empresas dessa categoria no grupo: AirTrain (markup: -0,24), Frontier (markup: -0,35), Southwest (markup: 2,87). Fonte: elaboração própria.

Tabela B.2 – Análise descritiva Markup, por grupos

| Grupo | Média | Mediana | Desvio Padrão |
|-------|-------|---------|---------------|
| LCC | 1,20 | 0,89 | 1,22 |
| NLC | 2,37 | 2,05 | 1,34 |

Fonte: elaboração própria.

Tabela B.3 – Correlação entre preço do combustível e markup.

| Grupo | Correlação Preço combustível |
|-------|------------------------------|
| LCC | -0,55 |
| NLC | -0,86 |
| Total | -0,79 |

Nota: Se for desconsiderado o ano de 2001, as correlações LCC e NLC passam a ser, respectivamente, -0,66 e -0,88. Fonte: elaboração própria.

Tabela B.4 – Evolução dos Markups das Empresas da Base.

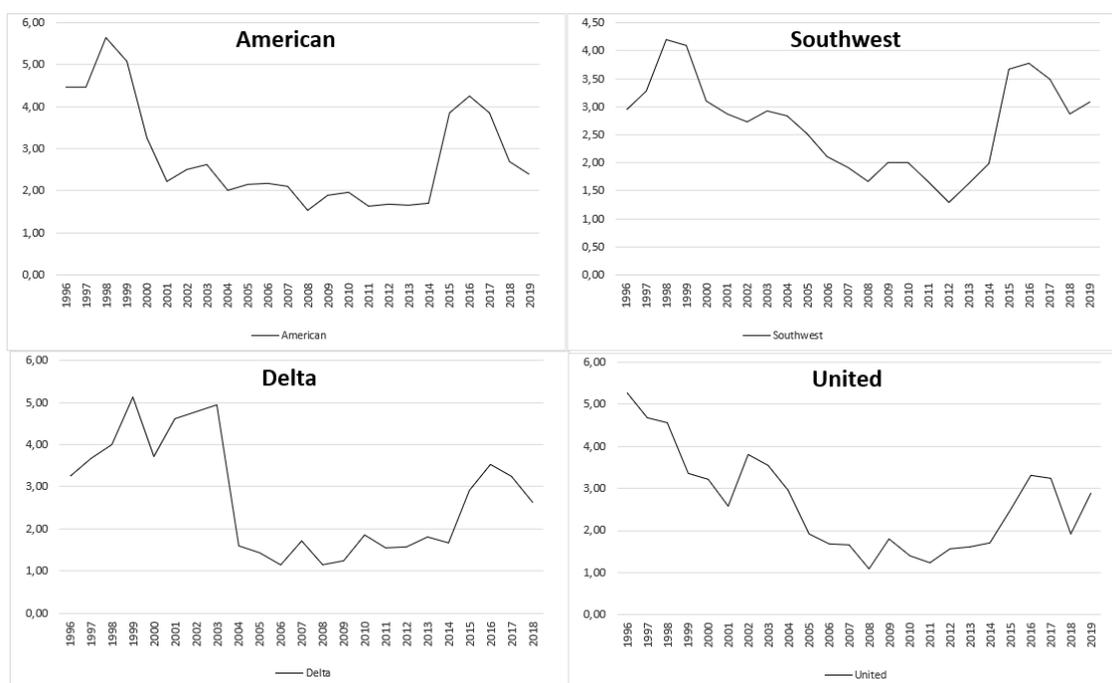
| Empresa | LCC/NLC | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
|--------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|------|------|
| AirTran | LCC | | | | 1,86 | -0,03 | -0,24 | -0,10 | 0,19 | 0,38 | 0,12 | 0,44 | 0,61 | 0,44 | 0,66 | 0,43 | 0,44 | | | | | | | | |
| AllegiantAir | LCC | | | | | | | | | | | | 1,23 | 1,27 | 2,18 | 1,96 | 1,80 | 2,23 | 2,61 | 2,70 | 3,39 | 3,18 | 2,38 | 2,13 | 2,04 |
| Frontier | LCC | | | | 2,09 | 1,01 | -0,35 | -3,15 | 0,46 | 0,13 | -0,01 | -0,08 | 0,21 | 0,57 | 0,46 | -0,69 | 0,01 | 0,94 | 0,85 | 0,26 | 0,05 | 0,43 | 0,35 | 0,58 | 0,86 |
| Jetblue | LCC | | | | | | | 1,92 | 1,17 | 0,84 | 0,61 | 0,57 | 0,48 | 1,20 | 0,89 | 0,90 | 0,66 | 0,59 | 0,63 | 0,58 | 0,81 | 1,08 | 1,15 | 1,03 | 1,05 |
| Southwest | LCC | 2,94 | 3,28 | 4,19 | 4,10 | 3,10 | 2,87 | 2,73 | 2,93 | 2,84 | 2,51 | 2,11 | 1,92 | 1,68 | 2,01 | 2,01 | 1,67 | 1,29 | 1,63 | 1,98 | 3,66 | 3,78 | 3,49 | 2,87 | 3,08 |
| Spirit | LCC | | | | | | | 1,58 | 1,34 | 0,86 | 1,35 | 1,31 | 0,78 | -0,05 | 0,20 | 0,04 | -0,02 | -0,04 | -0,01 | -0,09 | 0,05 | -0,17 | 0,34 | 0,18 | 0,53 |
| Alaska | NLC | -0,04 | -0,49 | -0,39 | -0,29 | -0,02 | 4,43 | 0,54 | 0,90 | 0,32 | 0,79 | 0,72 | 0,87 | 0,82 | 2,16 | 1,85 | 1,30 | 1,22 | 1,45 | 1,61 | 2,00 | 3,06 | 2,29 | 1,43 | 1,98 |
| AmericaWest | NLC | 0,99 | 0,64 | 0,47 | -0,40 | 1,22 | 2,08 | 0,17 | 1,52 | 0,65 | 0,64 | | | | | | | | | | | | | | |
| American | NLC | 4,46 | 4,48 | 5,64 | 5,08 | 3,27 | 2,23 | 2,50 | 2,63 | 2,02 | 2,15 | 2,18 | 2,10 | 1,54 | 1,90 | 1,96 | 1,64 | 1,67 | 1,65 | 1,71 | 3,85 | 4,25 | 3,86 | 2,69 | 2,38 |
| Continental | NLC | 2,57 | 2,60 | 3,06 | 3,40 | 2,36 | 2,73 | 4,04 | 3,70 | 2,91 | 1,76 | 1,63 | 1,49 | 1,23 | 1,98 | 1,90 | 1,85 | | | | | | | | |
| Delta | NLC | 3,25 | 3,67 | 3,99 | 5,13 | 3,71 | 4,63 | 4,77 | 4,95 | 1,59 | 1,43 | 1,14 | 1,71 | 1,14 | 1,25 | 1,84 | 1,54 | 1,57 | 1,82 | 1,67 | 2,92 | 3,53 | 3,25 | 2,63 | |
| Northwest | NLC | 3,67 | 3,74 | 5,03 | 4,18 | 2,81 | 2,67 | 3,77 | 3,58 | 2,86 | 2,02 | 1,78 | 2,09 | 1,20 | 2,26 | | | | | | | | | | |
| USAirways | NLC | 3,86 | 4,11 | 5,05 | 3,83 | 1,32 | 0,61 | 3,61 | 3,66 | 3,34 | 2,49 | 5,00 | 3,97 | 1,27 | 2,22 | 2,02 | 1,51 | 1,62 | 1,74 | 1,70 | | | | | |
| United | NLC | 5,26 | 4,67 | 4,56 | 3,36 | 3,21 | 2,57 | 3,81 | 3,55 | 2,96 | 1,92 | 1,67 | 1,66 | 1,08 | 1,80 | 1,41 | 1,24 | 1,55 | 1,60 | 1,71 | 2,51 | 3,31 | 3,25 | 1,92 | 2,89 |

Tabela B.5 – Evolução do Ranking dos Markups.

| Empresa | LCC/NLC | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
|--------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| AirTran | LCC | | | | 9 | 11 | 10 | 12 | 13 | 11 | 12 | 11 | 11 | 12 | 11 | 10 | 10 | | | | | | | | |
| AllegiantAir | LCC | | | | | | | | | | | | 8 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 5 | 4 | 4 |
| Frontier | LCC | | | | 8 | 9 | 11 | 13 | 12 | 13 | 13 | 12 | 13 | 11 | 12 | 12 | 11 | 8 | 8 | 9 | 8 | 8 | 8 | 8 | 7 |
| Jetblue | LCC | | | | | | | 8 | 10 | 9 | 11 | 10 | 12 | 6 | 10 | 9 | 9 | 9 | 8 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 6 |
| Southwest | LCC | 6 | 6 | 5 | 4 | 4 | 3 | 6 | 6 | 5 | 1 | 3 | 4 | 1 | 5 | 2 | 3 | 6 | 5 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| Spirit | LCC | | | | | | | 9 | 9 | 8 | 8 | 7 | 10 | 13 | 13 | 11 | 12 | 10 | 10 | 10 | 9 | 9 | 9 | 9 | 8 |
| Alaska | NLC | 9 | 9 | 9 | 10 | 10 | 2 | 10 | 11 | 12 | 9 | 9 | 9 | 10 | 4 | 6 | 7 | 7 | 7 | 7 | 6 | 6 | 6 | 6 | 5 |
| AmericaWest | NLC | 8 | 8 | 8 | 11 | 8 | 8 | 11 | 8 | 10 | 10 | | | | | | | | | | | | | | |
| American | NLC | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 7 | 7 | 7 | 6 | 3 | 2 | 2 | 2 | 7 | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 |
| Continental | NLC | 7 | 7 | 7 | 6 | 6 | 4 | 2 | 2 | 3 | 6 | 6 | 7 | 5 | 6 | 5 | 1 | | | | | | | | |
| Delta | NLC | 5 | 5 | 6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 | 7 | 8 | 5 | 8 | 9 | 7 | 5 | 4 | 2 | 6 | 4 | 3 | 3 | 3 | |
| Northwest | NLC | 4 | 4 | 3 | 3 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 7 | 1 | | | | | | | | | | |
| USAirways | NLC | 3 | 3 | 2 | 5 | 7 | 9 | 5 | 3 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 6 | 3 | 3 | 5 | | | | | |
| United | NLC | 1 | 1 | 4 | 7 | 3 | 6 | 3 | 5 | 2 | 5 | 5 | 6 | 9 | 8 | 8 | 8 | 5 | 6 | 3 | 5 | 4 | 4 | 5 | 2 |
| correlação | | | 1,00 | 0,88 | 0,66 | 0,83 | 0,49 | 0,62 | 0,93 | 0,82 | 0,84 | 0,97 | 0,93 | 0,64 | 0,62 | 0,92 | 0,83 | 0,83 | 0,94 | 0,76 | 0,85 | 0,95 | 1,00 | 0,97 | 0,91 |

Nota: Ranking elaborado com base nos resultados da Tabela 4.B. Fonte: elaboração própria.

Gráfico B.1 – Evolução do Markup das Empresas Líderes.



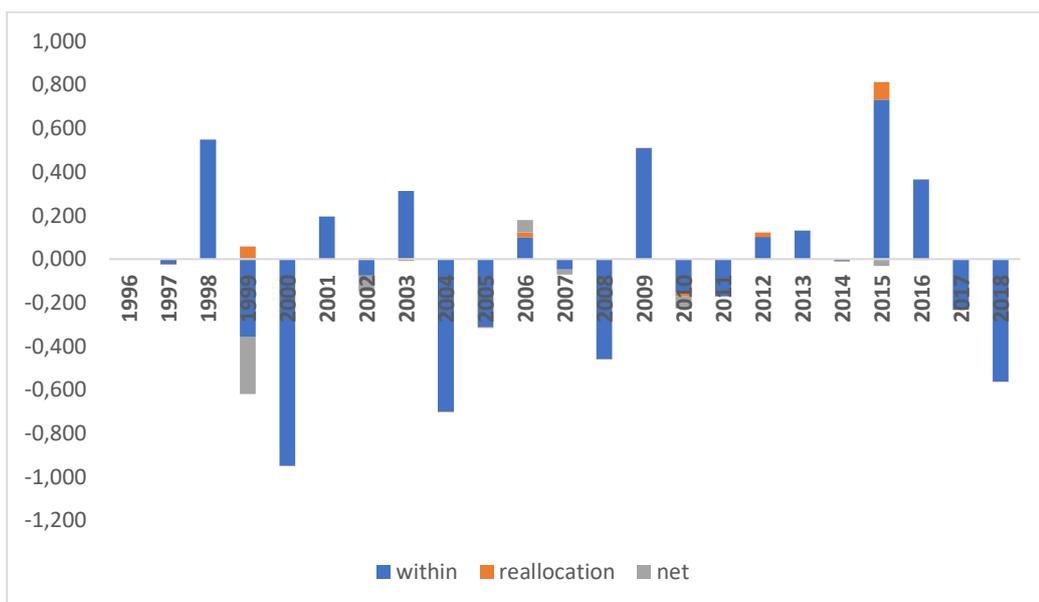
Fonte: elaboração própria.

Tabela B.6 – Decomposição do Markup da Indústria,

| Ano | Markup | Δ Markup | Δ Within | Δ Market share | Δ Cross | Δ Net Entry |
|------|--------|-----------------|-----------------|-----------------------|----------------|--------------------|
| 1996 | 3,043 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 1997 | 3,018 | -0,025 | -0,024 | -0,001 | 0,000 | 0,000 |
| 1998 | 3,566 | 0,547 | 0,549 | -0,001 | 0,000 | 0,000 |
| 1999 | 3,005 | -0,560 | -0,358 | -0,001 | 0,059 | -0,260 |
| 2000 | 2,054 | -0,951 | -0,950 | -0,001 | -0,001 | 0,000 |
| 2001 | 2,248 | 0,194 | 0,196 | -0,003 | 0,000 | 0,000 |
| 2002 | 2,106 | -0,141 | -0,076 | -0,002 | 0,007 | -0,071 |
| 2003 | 2,411 | 0,305 | 0,313 | -0,011 | 0,003 | 0,000 |
| 2004 | 1,708 | -0,703 | -0,700 | -0,003 | 0,001 | 0,000 |
| 2005 | 1,393 | -0,315 | -0,314 | -0,002 | 0,000 | 0,000 |
| 2006 | 1,573 | 0,180 | 0,100 | 0,007 | 0,016 | 0,057 |
| 2007 | 1,502 | -0,071 | -0,048 | -0,002 | 0,003 | -0,023 |
| 2008 | 1,042 | -0,460 | -0,459 | -0,005 | 0,005 | 0,000 |
| 2009 | 1,552 | 0,509 | 0,509 | 0,001 | 0,000 | 0,000 |
| 2010 | 1,325 | -0,227 | -0,153 | -0,006 | -0,012 | -0,056 |
| 2011 | 1,154 | -0,171 | -0,170 | -0,001 | 0,000 | 0,000 |
| 2012 | 1,274 | 0,121 | 0,102 | 0,000 | 0,021 | -0,002 |
| 2013 | 1,405 | 0,131 | 0,131 | -0,001 | 0,000 | 0,000 |
| 2014 | 1,394 | -0,011 | -0,010 | -0,001 | 0,000 | 0,000 |
| 2015 | 2,175 | 0,781 | 0,733 | -0,004 | 0,084 | -0,031 |
| 2016 | 2,538 | 0,363 | 0,366 | -0,003 | -0,001 | 0,000 |
| 2017 | 2,303 | -0,234 | -0,232 | -0,002 | 0,000 | 0,000 |
| 2018 | 1,739 | -0,564 | -0,562 | -0,002 | 0,000 | 0,000 |

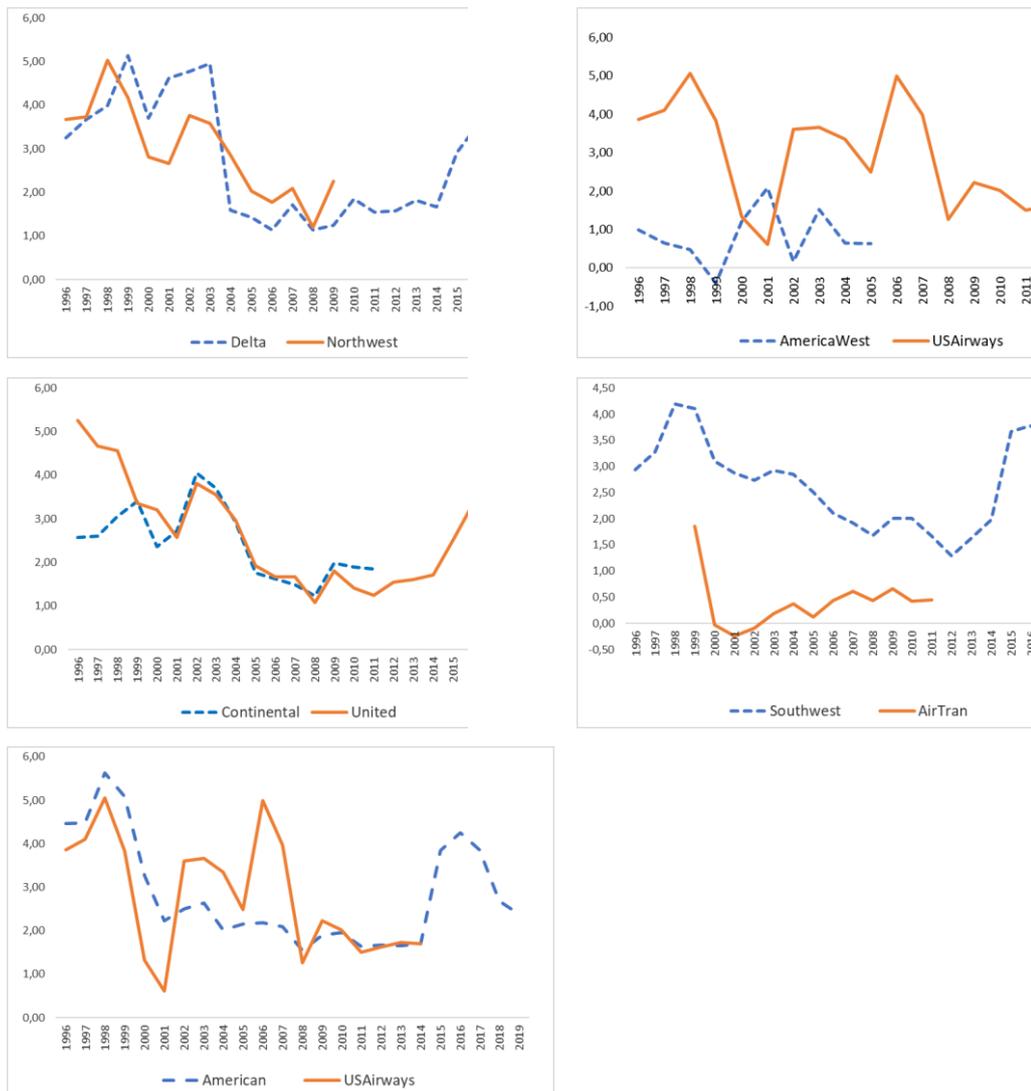
Nota: O ano de 2019 não foi considerado pois os dados da empresa Delta não estavam disponíveis para esse ano. Fonte: elaboração própria.

Gráfico B.2 – Evolução dos termos da decomposição.



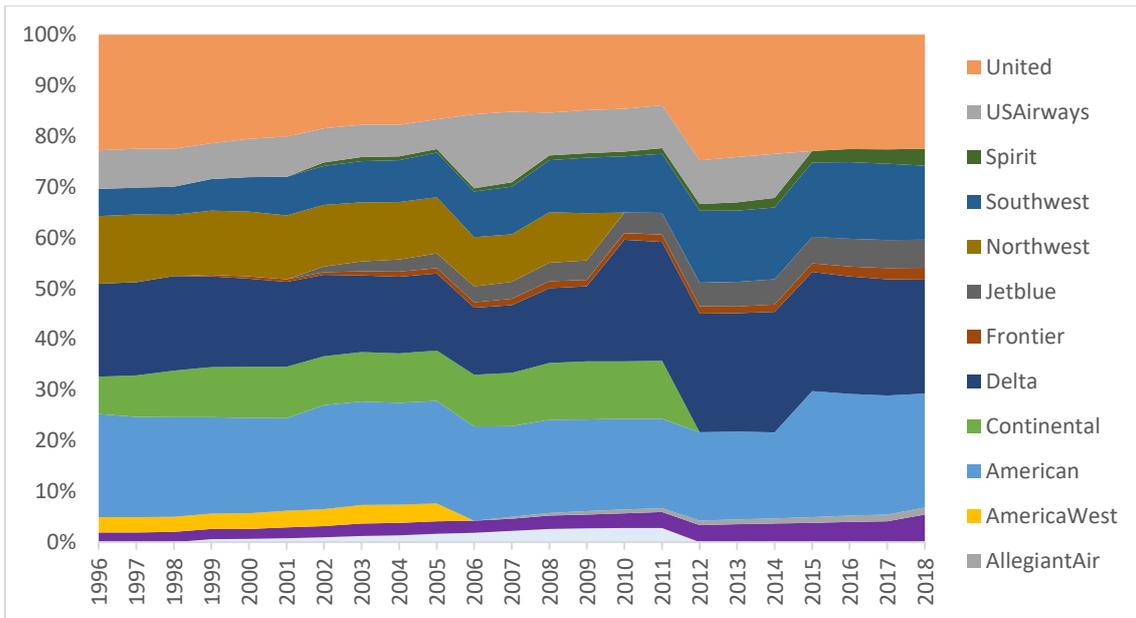
Nota: O gráfico se baseia na Tabela B6. Fonte: elaboração própria.

Gráfico B.3 – Evolução dos markups das empresas que participaram de processo de fusão



Fonte: elaboração própria.

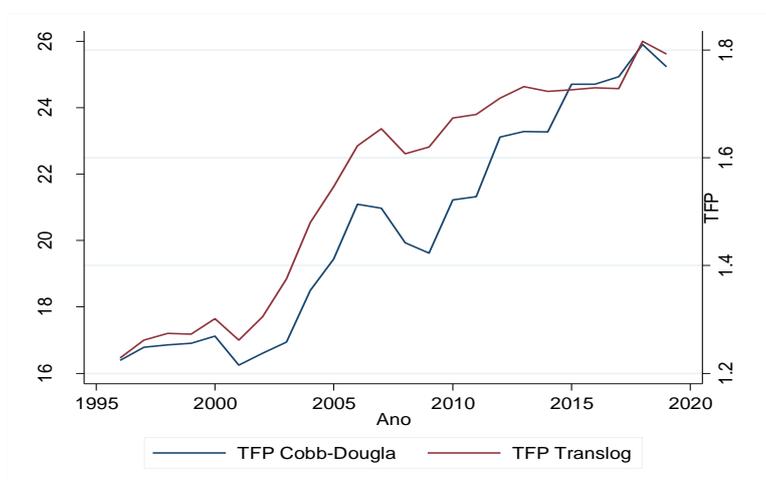
Gráfico B.4 – Evolução do market share das empresas, período 1996 a 2018.



Fonte: elaboração própria. Nota: evolução do market share com base no RPM.

Apêndice C – Produtividade Total dos Fatores.

Gráfico C.1 – Comparativo taxas de crescimento da produtividade CD X TL.



Nota: O gráfico plota a produtividade total dos fatores para o modelo utilizando a função Translog e a Cobb-Douglas. Para ambas as estimações, as médias anuais foram ponderadas pela participação das empresas no produto (RPM). Fonte: elaboração própria.

Tabela C.1 – Evolução da TFP do setor aéreo dos Estados Unidos.

| Ano | LCC | NLC | Total |
|------|-------|-------|-------|
| 1996 | 1,121 | 1,235 | 1,229 |
| 1997 | 1,062 | 1,273 | 1,262 |
| 1998 | 1,120 | 1,283 | 1,274 |
| 1999 | 1,191 | 1,279 | 1,273 |
| 2000 | 1,279 | 1,303 | 1,301 |
| 2001 | 1,229 | 1,265 | 1,261 |
| 2002 | 1,306 | 1,305 | 1,305 |
| 2003 | 1,364 | 1,377 | 1,375 |
| 2004 | 1,431 | 1,488 | 1,480 |
| 2005 | 1,493 | 1,556 | 1,547 |
| 2006 | 1,501 | 1,645 | 1,622 |
| 2007 | 1,507 | 1,685 | 1,654 |
| 2008 | 1,469 | 1,640 | 1,607 |
| 2009 | 1,520 | 1,645 | 1,620 |
| 2010 | 1,594 | 1,695 | 1,674 |
| 2011 | 1,628 | 1,695 | 1,681 |
| 2012 | 1,754 | 1,699 | 1,711 |
| 2013 | 1,829 | 1,705 | 1,733 |
| 2014 | 1,777 | 1,707 | 1,723 |
| 2015 | 1,785 | 1,707 | 1,726 |

| | | | |
|---------------|-------|-------|-------|
| 2016 | 1,802 | 1,705 | 1,730 |
| 2017 | 1,788 | 1,708 | 1,729 |
| 2018 | 1,801 | 1,822 | 1,816 |
| 2019 | 1,793 | 1,792 | 1,793 |
| Média Período | 1,506 | 1,551 | 1,547 |

Nota: média ponderada pela participação das firmas no market share (RPM) em cada ano. Fonte: elaboração própria.

Tabela C.2 – Produtividade das empresas

| Empresa | LCC/NLC | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | Mediana |
|--------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------|
| AirTran | LCC | | | | 0,82 | 0,95 | 0,91 | 0,92 | 1,01 | 1,06 | 1,15 | 1,15 | 1,25 | 1,31 | 1,32 | 1,36 | 1,41 | | | | | | | | | 1,15 |
| AllegiantAir | LCC | | | | | | | | | | | | 1,64 | 1,64 | 1,65 | 1,60 | 1,58 | 1,79 | 2,03 | 1,94 | 1,72 | 1,53 | 1,47 | 1,61 | 1,56 | 1,64 |
| Frontier | LCC | | | | 1,57 | 1,86 | 1,35 | 1,32 | 1,20 | 1,43 | 1,48 | 1,54 | 1,56 | 1,57 | 1,51 | 1,82 | 1,72 | 1,65 | 1,62 | 1,60 | 1,65 | 1,66 | 1,87 | 1,80 | 1,82 | 1,60 |
| Jetblue | LCC | | | | | | | 2,04 | 1,99 | 1,93 | 1,91 | 1,70 | 1,64 | 1,48 | 1,54 | 1,61 | 1,63 | 1,69 | 1,71 | 1,70 | 1,74 | 1,79 | 1,74 | 1,76 | 1,79 | 1,73 |
| Southwest | LCC | 1,12 | 1,06 | 1,12 | 1,21 | 1,28 | 1,25 | 1,24 | 1,28 | 1,35 | 1,43 | 1,50 | 1,49 | 1,47 | 1,54 | 1,60 | 1,66 | 1,79 | 1,90 | 1,83 | 1,83 | 1,85 | 1,86 | 1,85 | 1,81 | 1,50 |
| Spirit | LCC | | | | | | | 1,31 | 1,43 | 1,35 | 1,36 | 1,47 | 1,68 | 1,60 | 1,80 | 1,76 | 1,72 | 1,65 | 1,61 | 1,64 | 1,70 | 1,76 | 1,57 | 1,72 | 1,80 | 1,64 |
| Alaska | NLC | 1,13 | 1,15 | 1,16 | 1,15 | 1,12 | 0,91 | 1,11 | 1,17 | 1,27 | 1,32 | 1,36 | 1,37 | 1,41 | 1,48 | 1,60 | 1,68 | 1,74 | 1,76 | 1,77 | 1,91 | 1,85 | 1,86 | 1,98 | 1,87 | 1,39 |
| AmericaWest | NLC | 1,27 | 1,29 | 1,24 | 1,22 | 1,24 | 1,20 | 1,47 | 1,32 | 1,42 | 1,46 | | | | | | | | | | | | | | | 1,28 |
| American | NLC | 1,25 | 1,29 | 1,30 | 1,29 | 1,30 | 1,23 | 1,23 | 1,30 | 1,43 | 1,50 | 1,54 | 1,56 | 1,55 | 1,56 | 1,60 | 1,62 | 1,63 | 1,63 | 1,64 | 1,62 | 1,63 | 1,64 | 1,64 | 1,74 | 1,55 |
| Continental | NLC | 1,14 | 1,22 | 1,26 | 1,33 | 1,41 | 1,38 | 1,41 | 1,46 | 1,53 | 1,63 | 1,73 | 1,79 | 1,76 | 1,79 | 1,85 | 1,83 | | | | | | | | | 1,49 |
| Delta | NLC | 1,25 | 1,28 | 1,30 | 1,29 | 1,30 | 1,23 | 1,29 | 1,36 | 1,64 | 1,68 | 1,79 | 1,70 | 1,74 | 1,69 | 1,66 | 1,65 | 1,69 | 1,69 | 1,70 | 1,69 | 1,70 | 1,70 | 1,71 | | 1,68 |
| Hawaiian | NLC | 1,32 | 1,36 | 1,35 | 0,20 | 1,17 | 1,19 | 1,62 | 1,61 | 1,82 | 2,09 | 1,88 | 1,88 | 1,75 | 1,66 | 1,70 | 1,67 | 1,65 | 1,66 | 1,67 | 1,71 | 1,74 | 1,70 | 1,70 | 1,75 | 1,67 |
| Northwest | NLC | 1,19 | 1,22 | 1,15 | 1,22 | 1,27 | 1,20 | 1,22 | 1,25 | 1,32 | 1,39 | 1,46 | 1,49 | 1,56 | 1,53 | | | | | | | | | | | 1,26 |
| USAirways | NLC | 1,05 | 1,12 | 1,14 | 1,09 | 1,08 | 1,30 | 1,19 | 1,25 | 1,32 | 1,35 | 1,64 | 1,86 | 1,56 | 1,56 | 1,60 | 1,63 | 1,66 | 1,70 | 1,66 | | | | | | 1,35 |
| United | NLC | 1,33 | 1,37 | 1,40 | 1,40 | 1,39 | 1,35 | 1,42 | 1,59 | 1,59 | 1,68 | 1,73 | 1,74 | 1,69 | 1,73 | 1,82 | 1,80 | 1,77 | 1,77 | 1,77 | 1,78 | 1,76 | 1,76 | 2,08 | 1,83 | 1,73 |

Tabela C.3 – Ranking Produtividade das Firmas

| Empresa | LCC/NLC | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | |
|--------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|---|
| AirTran | LCC | | | | 11 | 12 | 12 | 14 | 14 | 14 | 14 | 13 | 14 | 14 | 14 | 13 | 13 | | | | | | | | | |
| AllegiantAir | LCC | | | | | | | | | | | | 7 | 5 | 6 | 10 | 12 | 1 | 1 | 1 | 5 | 10 | 10 | 10 | 9 | |
| Frontier | LCC | | | | 1 | 1 | 3 | 6 | 12 | 7 | 7 | 7 | 10 | 7 | 12 | 2 | 3 | 8 | 10 | 11 | 9 | 8 | 1 | 4 | 3 | |
| Jetblue | LCC | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 2 | 5 | 8 | 11 | 10 | 7 | 9 | 5 | 5 | 6 | 4 | 3 | 5 | 5 | 6 | |
| Southwest | LCC | 9 | 10 | 10 | 8 | 6 | 5 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 11 | 12 | 9 | 8 | 7 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 4 | |
| Spirit | LCC | | | | | | | 7 | 5 | 10 | 11 | 10 | 6 | 6 | 1 | 4 | 4 | 10 | 11 | 9 | 7 | 5 | 9 | 6 | 5 | |
| Alaska | NLC | 8 | 8 | 7 | 9 | 10 | 11 | 13 | 13 | 13 | 13 | 12 | 13 | 13 | 13 | 9 | 5 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | |
| AmericaWest | NLC | 3 | 3 | 6 | 7 | 8 | 9 | 3 | 7 | 8 | 8 | | | | | | | | | | | | | | | |
| American | NLC | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 7 | 10 | 8 | 6 | 6 | 8 | 9 | 10 | 8 | 12 | 11 | 11 | 9 | 10 | 10 | 9 | 8 | 9 | 8 | |
| Continental | NLC | 7 | 6 | 5 | 3 | 2 | 1 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 3 | 1 | 2 | 1 | 1 | | | | | | | | | |
| Delta | NLC | 5 | 5 | 3 | 4 | 4 | 6 | 8 | 6 | 3 | 4 | 2 | 5 | 3 | 4 | 6 | 8 | 6 | 7 | 5 | 8 | 7 | 6 | 7 | | |
| Hawaiian | NLC | 2 | 2 | 2 | 12 | 9 | 10 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 5 | 5 | 6 | 9 | 8 | 7 | 6 | 6 | 7 | 8 | 7 | |
| Northwest | NLC | 6 | 7 | 8 | 6 | 7 | 8 | 11 | 10 | 11 | 10 | 11 | 12 | 9 | 11 | | | | | | | | | | | |
| USAirways | NLC | 10 | 9 | 9 | 10 | 11 | 4 | 12 | 11 | 12 | 12 | 6 | 2 | 8 | 7 | 11 | 10 | 7 | 6 | 8 | | | | | | |
| United | NLC | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 1 | 2 |
| correlação | | | 0,98 | 0,90 | 0,38 | 0,93 | 0,76 | 0,36 | 0,85 | 0,85 | 0,99 | 0,87 | 0,85 | 0,83 | 0,82 | 0,53 | 0,91 | -0,07 | 0,95 | 0,93 | 0,76 | 0,79 | 0,54 | 0,81 | 0,95 | |

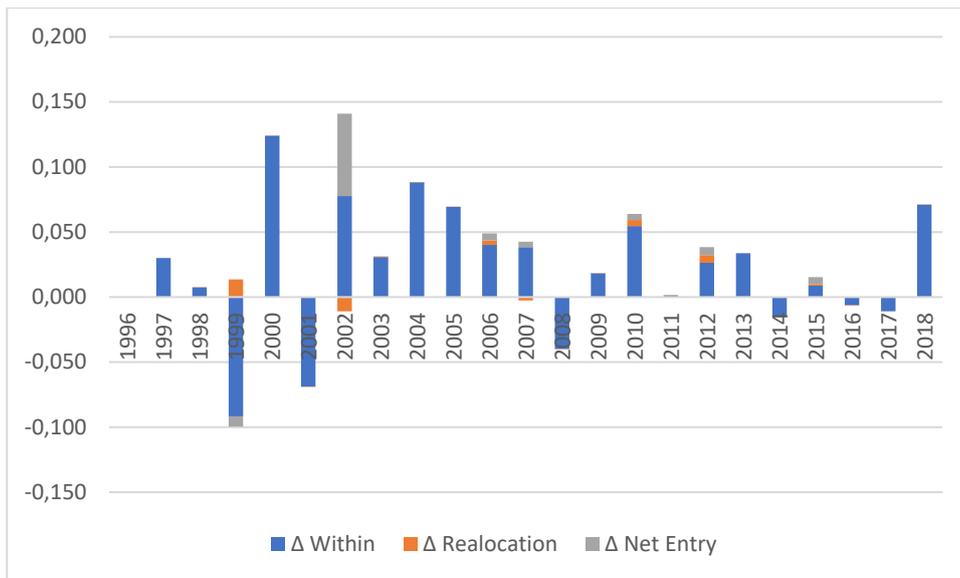
Fonte: elaboração própria.

Tabela C.4 – Decomposição da produtividade da Indústria.

| Ano | Produtividade | Δ Produtividade | Δ Within | Δ Market share | Δ Cross | Δ Net Entry |
|------|---------------|---------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------|-----------------------|
| 1996 | 1,205 | | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 1997 | 1,235 | 0,030 | 0,030 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 1998 | 1,242 | 0,007 | 0,007 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 1999 | 1,156 | -0,086 | -0,092 | 0,000 | 0,014 | -0,008 |
| 2000 | 1,281 | 0,124 | 0,124 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 2001 | 1,212 | -0,069 | -0,069 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 2002 | 1,342 | 0,130 | 0,078 | 0,000 | -0,011 | 0,063 |
| 2003 | 1,373 | 0,031 | 0,031 | 0,001 | 0,000 | 0,000 |
| 2004 | 1,461 | 0,088 | 0,088 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 2005 | 1,531 | 0,069 | 0,069 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 2006 | 1,579 | 0,049 | 0,040 | 0,000 | 0,004 | 0,005 |
| 2007 | 1,619 | 0,040 | 0,038 | 0,000 | -0,002 | 0,004 |
| 2008 | 1,579 | -0,040 | -0,040 | -0,001 | 0,000 | 0,000 |
| 2009 | 1,598 | 0,018 | 0,018 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 2010 | 1,662 | 0,064 | 0,055 | 0,000 | 0,004 | 0,005 |
| 2011 | 1,663 | 0,001 | 0,001 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 2012 | 1,701 | 0,038 | 0,026 | 0,001 | 0,005 | 0,006 |
| 2013 | 1,735 | 0,034 | 0,034 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 2014 | 1,720 | -0,015 | -0,015 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 2015 | 1,735 | 0,015 | 0,009 | 0,000 | 0,001 | 0,005 |
| 2016 | 1,729 | -0,006 | -0,006 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 2017 | 1,718 | -0,011 | -0,011 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 2018 | 1,789 | 0,071 | 0,071 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |

Nota: A tabela reporta os resultados da análise de decomposição. O ano de 2019 não foi considerado pois estão ausentes na base os dados da empresa Delta. Fonte: elaboração própria.

Gráfico C.2 – Evolução dos termos da decomposição da produtividade.



Fonte: elaboração própria.

Reestruturação e competição no setor siderúrgico na década de 1990

1. Introdução

O nível de competição prevalecente em um setor denota o seu nível de eficiência, sendo a busca por mercados mais eficientes essencial na promoção do bem-estar social. Em geral, o nível de competição é mensurado de maneira indireta, por meio de estatísticas que representem o nível de concentração da produção, dado que firmas com maior parcela de mercado tendem a apresentar maior capacidade de determinação de preço. Além disso, mercados mais concentrados também propiciam a adoção de práticas anticompetitivas, como a formação de cartéis, justificando a adoção desse tipo de estatística.

Apesar da importância das medidas de concentração, além de analisar a concentração de mercado, seria importante também avaliar o nível de competição diretamente, por meio da mensuração dos markups. Uma limitação dessa abordagem, no entanto, reside no fato de que a maioria das metodologias permite o cálculo do markup apenas ao nível setorial ou requer a adoção de hipóteses a respeito da conduta das empresas. Mais precisamente, é necessário estabelecer um modelo de determinação de preço no setor, de maneira a obter os markups a partir de elasticidades-preço da demanda estimadas empiricamente.

Recentemente, De Loecker e Warzynski (2012) propuseram uma abordagem que permite a estimação de markups ao nível da firma, sem que seja necessário especificar como as mesmas competem no mercado, além de controlar para fatores não observáveis que afetam o nível de produção, a exemplo do nível de produtividade. Sua abordagem combina as metodologias de estimação de funções de produção – propostas por Olley e Pakes (1996), Levinsohn e Petrin (2003) e Akerberg *et al.* (2015) – com a metodologia de cálculo do markup proposta por Hall (1986, 1988), a qual se baseia na hipótese de minimização do custo e na possibilidade de observar a elasticidade do produto em relação a um insumo variável livre de custos de ajustamento⁴⁰.

⁴⁰ De Loecker e Scott (2022) comparam markups estimados pela abordagem de demanda e pela abordagem da produção, obtendo valores similares.

Nesse sentido, o presente estudo busca aplicar o referido método de maneira a avaliar a evolução da produtividade e dos markups do setor siderúrgico brasileiro, no período 1990-1998. Esse período foi marcado por profundas transformações no setor, com a privatização de todas as empresas controladas pelo Estado, as quais representavam cerca de 55% do valor da produção em 1990. Concomitantemente, também foi realizado um processo de abertura comercial, com redução das alíquotas de importação de vários produtos, incluindo os siderúrgicos. Além disso, passa-se de um contexto de elevada inflação, no qual havia forte intervenção do poder público na formação de preços no setor, para uma inflação controlada a partir da introdução do Plano Real. Tais transformações se reverteram em uma forte saída de empresas, assim como uma intensa redução da mão de obra empregada no setor, a qual ocorreu tanto nas empresas que sempre foram privadas, quanto nas empresas desestatizadas.

Apesar dessas transformações, não foi observada uma evolução significativa da eficiência produtiva na siderurgia brasileira nesse período. De fato, os segmentos mais produtivos da siderurgia (indústrias semi-integradas e outros, principalmente compostos por fabricantes de produtos de metal), mais focados na parte final da cadeia produtiva, foram impactados mais fortemente pelo acirramento da competição do que os segmentos de menor produtividade, os quais incluem a fase inicial da cadeia (indústrias integradas e produtores de ferro gusa). Isso indica uma aparente vantagem comparativa do Brasil nas fases iniciais da cadeia produtiva do aço. Por outro lado, observou-se substancial redução na dispersão tanto das produtividades quanto nos markups, indicando uma melhoria da eficiência alocativa no setor.

Esse artigo se divide em seis partes, além dessa introdução. Na próxima seção, realiza-se uma breve caracterização do setor siderúrgico. Na terceira seção, é discutido o contexto econômico da década de 1990, com foco nas transformações ocorridas no setor siderúrgico. Na quarta seção, é apresentada a base de dados, assim como a estratégia empírica implementada para a estimação das produtividades e dos markups. Na quinta seção, são apresentados os resultados da análise, discutindo-se a evolução da produtividade e dos markups, assim como sua composição. Por fim, são apresentadas considerações finais.

2. Caracterização do Setor Siderúrgico

A Siderurgia é um ramo da metalurgia, o qual consiste na atividade de extração de metais dos seus respectivos minérios, transformando-os em produtos adequados ao uso. A atividade metalúrgica compreende um conjunto de procedimentos e técnicas para extração, fabricação, fundição e tratamento dos metais, como alumínio, cobre, ouro, e suas ligas. Assim, a siderurgia é o seguimento da metalurgia que se dedica à fabricação e tratamento de aços e ferros fundidos. O surgimento do aço, nome dado à liga de ferro e carbono, se deu na Revolução Industrial, com a invenção de fornos que permitiam não só corrigir as impurezas do ferro, como adicionar-lhes propriedades como resistência ao desgaste, ao impacto, à corrosão, entre outras. Em função dessas propriedades, assim como de seu baixo custo, o aço passou a representar cerca de 90% de todos os metais consumidos pela civilização industrial⁴¹.

O aço é considerado um produto homogêneo para o qual não existem produtos substitutos perfeitos (CADE, 2022), sendo caracterizado por sua dureza, resistência, durabilidade, ductibilidade, tenacidade, capacidade de reciclagem, vasta aplicabilidade e economicidade da produção.

A atividade siderúrgica é intensiva em capital e em recursos naturais, tais como o minério de ferro e o carvão mineral, além de, por produzir insumos intermediários para outras indústrias, apresentar desempenho correlacionado com o de outros setores da economia. Também é bastante influenciada pelo cenário econômico, em especial, pelo nível de investimentos, taxa de câmbio, a qual afeta o preço de alguns insumos de seu processo produtivo (ex: carvão, coque).

Destacam-se as seguintes características do setor (CADE, 2022, pg. 60):

- Elevadas barreiras à entrada de novos competidores, devido aos elevados níveis de investimentos necessários para as atividades próprias do setor, os custos irrecuperáveis, esse último devido à elevada escala de produção exigida para que as empresas se mantenham em atividade, e as descontinuidades de escala⁴².

⁴¹ Conforme <https://acobrasil.org.br/site/processo-siderurgico/>.

⁴² Segundo CADE (2002, p.35), a descontinuidade de escala pode ser entendida como uma interrupção no processo produtivo de uma atividade que exige elevadas escalas de produção. Ou seja, é custoso na Siderurgia, por exemplo, reativar um alto-forno que tenha sido inativado. Segundo Souza (1980), a

- Níveis reduzidos de rivalidade: devido às elevadas barreiras à entrada, o setor apresenta pouca rivalidade em muitos de seus mercados, a qual é agravada pelos níveis estáveis de demanda e oferta ao longo do tempo.

CADE (2022) também destaca que o setor siderúrgico apresenta condições estáveis de demanda e de produção: inexistente o consumo por impulso por parte dos consumidores, há baixa elasticidade da demanda pelo produto e não observa-se forte sazonalidade.

3. Antecedentes e Contexto Econômico da Década de 1990

No período de 1930 a 1980, o Brasil tinha como foco de sua política industrial o crescimento das empresas existentes e o alcance da escala ótima mínima de produção, em detrimento do estímulo à competição. Ademais, o país adotava a política de substituição de importações (ISI), a qual, dentre outras medidas, baseava-se no protecionismo.

Entretanto, de forma similar a outros países da América Latina, o Brasil passou por mudanças significativas na década de 90, destacando-se o processo de liberalização comercial ocorrido em diversos setores da economia, notadamente os industriais. Assim, o programa de reformas introduzido pelo governo Collor em 1990 constituiu-se como um rompimento com o caráter protecionista vigente até então, cujo objetivo era realizar a abertura comercial como uma estratégia de longo prazo para o desenvolvimento brasileiro. Ainda nesse ano, o presidente promoveu uma série de reformas legislativas, incluindo a privatização, liberação dos preços e regulação do mercado.

Nesse cenário, observou-se um crescimento dos processos de fusões e aquisições, destacando-se a participação das empresas multinacionais. Conforme destaca De Paula (2004), isso propiciou o crescimento de 26% para 40% da participação das empresas estrangeiras nas 100 maiores empresas não financeiras do País no período de 1990-1998.

O estado exercia grande controle sobre a economia brasileira no período de 1960-1980. Em muitas indústrias, as empresas públicas mantinham um papel fundamental, sendo um exemplo a indústria siderúrgica, na qual o governo respondia por cerca de 70%

descontinuidade de escala permite a coexistência de firmas de diferentes tamanhos no mercado, mesmo quando os produtos são homogêneos.

da produção do país (De Paula, 2004). Ademais, o Brasil, devido à elevada inflação, adotou uma estratégia de controle de preços nas indústrias mais importantes para a economia. No setor siderúrgico, o controle de preços contemplou o período de 1967 a 1990. De Paula (2004) defende que essa estratégia funcionou como um “organizador de cartel” por três razões:

- 1) Em relação aos produtos que já estavam no mercado, o objetivo da política era a manutenção dos preços relativos.
- 2) Propensão para a inflexibilidade dos preços e manutenção do market share dos grupos no mercado;
- 3) O governo almejava evitar a competição predatória.

O autor ainda destaca que os projetos de médio e grande porte deveriam ser aprovados pelo governo. Ademais, como o Brasil era uma economia fechada em relação ao comércio internacional, ao passo que o Estado coordenava preços e investimentos, era improvável que se concretizasse uma política de efetiva competição.

Em 1971, foi aprovado o Plano Siderúrgico Nacional (PSN) com o objetivo de expandir a capacidade Brasileira de produção de aço, a qual era de 6 milhões de toneladas por ano em 1970 para 20 milhões de toneladas em 1980 (Andrade *et al.*, 2002). O PSN recomendava o controle do Estado sobre as usinas de aços planos e perfis médios e pesados, ao passo que a produção de laminados longos e perfis leves ficaria a cargo da iniciativa privada.

Em 1974, foi criada a Siderúrgica Brasileira S.A. (Siderbrás) como uma holding estatal para controle e coordenação da produção siderúrgica brasileira, através da transferência do controle acionário das empresas do setor controladas pelo BNDES, o qual mantinha participação de 73% na Usiminas, 87% na Cosipa e 93% na Cofavi (Andrade e Cunha, 2002).

No ano de 1980, a capacidade instalada de aço bruto atingiu 16,4 milhões de toneladas/ano, o que correspondia a 82% da meta do PSN. As estatais continuavam com capital fechado, exceto a Acesita (Fernandes, 2006). A conclusão do processo expansivo culminou com uma taxa de crescimento de 6,5% da produção brasileira de aço entre 1980 e 1989 (Pinho, 2001). Nesse crescimento teve papel primordial a reorientação das vendas para o exterior que culminou na elevação do coeficiente de exportação de 12,2% para 47,4% no período de 1980-1989.

Ainda sobre a década de 1980, destacam-se os seguintes acontecimentos:

- crise da dívida externa que provocou o declínio da demanda interna do aço;
- os lucros e investimentos apresentaram elevadas quedas devido aos baixos preços tanto externos como internos (causado pelo controle interno dos preços para combater a inflação).
- a crise do Estado brasileiro dificultou o investimento em modernização do parque siderúrgico e o mercado doméstico estava bastante vulnerável por ser muito pulverizado e devido à abertura comercial.

Ademais, as empresas do setor, em especial as Estatais, encontravam-se em dificuldades financeiras. Segundo Pinho (2001), os balanços da maioria das empresas demonstravam elevado índice de endividamento e de prejuízos. Diante desse cenário, em 1988, a Siderbrás apresentava grandes problemas financeiros, os quais, foram tratados de duas maneiras distintas (Pinho, 2001). Para as empresas maiores (CSN, Usiminas, Cosipa, CST e Açominas), foi implementado um plano de saneamento financeiro. Já para as empresas menores (Cimental, Cofavi, Usiba, Aparecida e Cosim), optou-se pela privatização, as quais ocorreram no período de 1988 a 1992. Nesse último caso, para a maioria das empresas, à exceção da Usiba e Piratini, tratavam-se de “reprivatizações”, já que essas usinas de menor porte não haviam sido criadas pelo Estado, mas sim absorvidas pelo mesmo.

O processo de privatização da indústria siderúrgica brasileira ocorreu em duas etapas. A primeira, em 1988, foi deflagrada com o plano de Saneamento do Sistema Siderbrás (Quadro 1), através da realização de privatizações de menor porte, como as da Cosim, Cimental e Usiba, as quais, em geral, eram produtoras de aços longos e foram compradas pelos grupos Gerdau e Villares.

Quadro 2 – Plano de Saneamento do Sistema Siderbrás.

| Empresa | Venda | Controle Anterior | Adquirente |
|-----------|----------|-------------------|-----------------|
| Aparecida | jul/1988 | BNDES, Thomas | Villares |
| Cosim | set/1988 | Siderbrás | Duferco |
| Cimental | nov/1988 | BNDES, BNB, BDMG | Gerdau e outros |
| Cofavi | jul/1989 | Siderbrás | Duferco |

Fonte: Andrade e Cunha (2002).

A segunda fase compreendeu o período 1991/1993, durante o qual o Programa Nacional de Desestatização foi acentuado. Nesse período, foram alienadas grandes siderúrgicas, sendo três usinas integradas a coque produtoras de aços planos comuns (Usiminas, CSN e Cosipa), duas usinas integradas a coque produtoras de semiacabados (CST e Açominas) e uma usina integrada a carvão vegetal produtora de aços planos especiais (Acesita). As siderúrgicas privatizadas na segunda etapa são apresentadas no Quadro 2. No total, a produção siderúrgica privatizada foi de 19 milhões de toneladas, representando, à época, 65% da capacidade total de produção de aço brasileira (Andrade e Cunha, 2002).

Quadro 3 – Privatizações - grandes siderúrgicas.

| Empresa | Venda | Adquirentes |
|----------|--------------------|--|
| Usiminas | out/1991, set/1994 | Bancos, Vale, Fundos de pensão, distribuidores |
| Cosinor | nov/1991 | Gerdau |
| Piratini | fev/1992 | Gerdau |
| CST | jul/1992 | Bancos, Vale |
| Acesita | out/1992 | Fundos de pensão, bancos |
| CSN | abr/1993 | Vale, bancos, fundos de pensão |
| Cosipa | Ago/1993 | Usiminas, bancos, distribuidores |
| Açominas | Set/1993 | Mendes Jr., Villares, bancos, Vale |

Fonte: adaptado de De Paula (2002).

Nessa segunda fase do processo de privatização, os fundos de pensão e bancos assumiram posição dominante na Usiminas, CST, Acesita e CSN. Também apresentaram participação importante na Açominas e na Cosipa. Como explicita Pinho (2001), mesmo que as empresas tenham sido vendidas a preços inferiores a seu custo de reposição, o tamanho das mesmas dificultava a aquisição por blocos isolados do capital nacional. Logo, em quase todas as siderúrgicas privatizadas, predominou uma estrutura compartilhada do controle de capital.

O autor destaca, além das privatizações, as seguintes mudanças patrimoniais que movimentaram o setor siderúrgico no período 1990-1994:

- Aquisição pela Gerdau, em 1994, do grupo Alemão Korf, o qual possuía controle de 65% da Pains. Essa transação consolidou a participação do Grupo no mercado de aços longos comuns.
- Aquisição da aciaria nº 2 da Cofavi em 1993 pelo grupo Belgo-Mineira. Em 1994 e 1995 a empresa adquiriu 49% da Dedini e efetuou o arrendamento da usina Mendes Júnior, o que elevou a participação do grupo na produção de laminados.
- A Acesita, em 1994, comprou a maioria do capital da Eletrometal (aços especiais). Em 1995, essa empresa e a Sul América adquiriram 31% do Capital votante da Indústria Villares.

A literatura especializada aponta que um dos reflexos do processo de privatização da indústria siderúrgica brasileira foi a racionalização da força de trabalho. Ocorreu forte redução do número de trabalhadores empregados no setor, que, em 1998, representava menos da metade do número observado em 1990. No entanto, observar-se que tal redução teve intensidade similar tanto nas empresas que foram estatais, quanto nas demais, conforme observado no Gráfico A.2 (painéis “e”) e “f”), no Apêndice A. Dessa forma, a redução do nível de emprego observada no setor ao longo da década de 1990 não pode ser atribuída diretamente ao processo de privatização. Também se observa nos Gráficos A.1 e A.2, no Apêndice, que o crescimento da produtividade do trabalho no período se concentrou no setor integrado, de forma que grande parte da perda de postos de trabalho se deu, na verdade, pela redução do número de empresas, e não apenas por ganhos de produtividade.

Pinho (2001) ressalta que o foco dos investimentos nesse período foi preponderantemente a modernização e enobrecimento da linha de produtos, em detrimento da ampliação da capacidade produtiva, que havia sido o foco nas décadas anteriores. A privatização das siderúrgicas brasileiras impulsionou o término de um longo período focado na substituição de importações e na reserva de mercado, em que as empresas operavam em segmentos não concorrentes entre si. A entrada de novos *players* aumentou a competição, impulsionando a busca de melhorias no setor, assim como a saída de empresas do mercado.

Alguns dos principais ganhos apresentados por Andrade, Cunha e Gandra (2001) são o início de nova etapa de desenvolvimento, melhorias de desempenho nas áreas

financeiras, administrativa e tecnológica, profissionalização das administrações, reorientação da gestão para obtenção de resultados, fortalecimento das empresas como grupos empresariais, participação de novos investimentos no exterior, redução de custos, elevação da produtividade, acesso ao mercado de capitais, definição de novos investimentos, autonomia para planejamento e estratégia de atuação, estratégias comerciais mais agressivas e melhorias nos indicadores e resultados.

Sobre os indicadores financeiros contidos nas demonstrações contábeis das empresas, Pinho (2001) constata que os balanços de 1994 indicam a reversão da trajetória de prejuízos característica dos anos 80 e início dos anos 90. Também observou o decréscimo do grau de endividamento bruto. Tal redução está entre os principais fatores que influenciaram a recuperação da lucratividade das ex-estatais. Ademais, o desempenho financeiro das empresas desestatizadas foi superior ao das que sempre foram privadas.

Com frequência, a melhora do desempenho das antigas estatais é apontada como indício da capacidade da privatização de influenciar positivamente a gestão das empresas. Todavia, também há fatores externos às empresas que também ajudam a explicar a reviravolta na rentabilidade. Pinho (2001) destaca os seguintes fatores:

- mudança nas normas de política industrial, em que as iniciativas de desregulamentação beneficiaram as empresas produtoras de aços planos;
- recuperação do mercado interno de aço a partir de 1993;
- saneamento financeiro das empresas que também recompôs a rentabilidade. Tal fator afetou apenas as empresas desestatizadas;
- liberalização e subsequente elevação dos preços domésticos do aço.

Na primeira metade da década de 90, considerando-se a maioria dos casos de privatizações, não foi observada a formação de composições societárias duradouras. Após a consolidação do processo de privatização no período 1990 a 1995, ocorreram diversas reorganizações societárias. De fato, a estrutura patrimonial da indústria siderúrgica brasileira no contexto pós-privatização é caracterizada por grande instabilidade e complexidade. Segundo De Paula (2002), a complexa estrutura patrimonial é derivada da modelagem e da técnica de privatização utilizadas. O Brasil foi o único país que utilizou o leilão como forma de venda de empresas. Isto fez com que a estrutura patrimonial das siderúrgicas brasileiras pós-privatização fosse instável. Andrade, Cunha e Gandra (1999),

acrescentam que a complexidade da rede de participações, além de causar limitações internas, inibia a participação de investidores estrangeiros e afetava a competitividade da siderurgia brasileira.

Diferente do observado na primeira metade da década de 1990, durante a 2ª fase da reestruturação da siderurgia brasileira, foi observado intenso movimento de entrada de capitais estrangeiros. Nesse contexto, Gomes, Aidar e Videira (2006) ressaltam que o crescimento diminuto da produção industrial e a elevação da concentração nos mercados consumidores e de fornecedores estimulam fusões e aquisições na siderurgia mundial, o que impactou também a siderurgia nacional. A seguir são apresentadas algumas iniciativas:

- a entrada no mercado brasileiro da francesa Usinor, 5º maior grupo siderúrgico do mundo em volume de produção, em 1998, é o acontecimento de maior notoriedade. Nesse ano, a empresa adquiriu a Acesita, a CST e a Villares;
- na Belgo Mineira, a participação da Arbed (Luxemburgo) foi reforçada.
- na Usiminas, foi ampliada a participação japonesa (Nippon Steel) e na Açominas destaca-se a NatSteel.

Em termos de estratégia empresarial, sobressaiu-se internacionalização da Gerdau. Apesar de a empresa ter iniciado sua expansão internacional na década de 1980, com a aquisição da usina Laisa (Uruguai) em 1981 e da Courtice Steel (Canadá) em 1989, tal estratégia foi intensificada no final da década de 1990, destacando-se a concretização de negócios no Chile, Argentina e Estados Unidos.

Outro reflexo da reestruturação da siderurgia brasileira foi a elevação da concentração de mercado. A Tabela 4 apresenta a evolução dos índices CR4 (market share das 4 maiores empresas) e HHI (Herfindahl-Hirschman Index), por ano, para o período 1990-1998. Ambos os indicadores apresentam concentração crescente e mais acelerada no período 1994-1998, sobretudo nesse último ano.

Tabela 4 – Concentração de mercado, 1990-1998.

| | 1990 | 1992 | 1993 | 1994 | 1996 | 1997 | 1998 |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| CR4 | 0,441 | 0,484 | 0,459 | 0,491 | 0,542 | 0,584 | 0,722 |
| HHI | 674 | 804 | 778 | 835 | 982 | 1092 | 1585 |

Fonte: elaboração própria a partir de dados da PIA/IBGE.

Dados da OECD (2002) indicam que no período de 1994-2000 a siderurgia e a metalurgia representaram 14% das fusões e aquisições julgadas pelo Conselho Administrativo de Defesa da Concorrência (CADE). Em termos de números de processos, foram instaurados 12 processos de Atos de Concentração referentes à indústria siderúrgica no período de 1994 a 1999 (CADE, 2002, pg. 64), todos aprovados sem restrição e 1 processo de Condutas Anticompetitivas em 1997, em que o Conselho decidiu pela condenação dos envolvidos.

Segundo dados coletados por De Paula (2004), no período 1993-2004, cerca de 2/3 das mudanças de controle corporativo não implicaram em crescimento do grau de concentração. Contudo, é sabido que a reestruturação no período após as privatizações modificou drasticamente a composição do setor elevando a concentração. Os grupos Usiminas, Usinor/Acesita, CSN, Gerdau e Arbed/Belgo-Mineira, logo após o período de privatizações e reestruturações patrimoniais, respondiam por mais de 90% da capacidade de produção do país.

O nível de concentração no mercado é superior quando são analisados segmentos específicos da indústria. Um exemplo é o segmento de aços planos, no qual a Gerdau e a Belgo-Mineira elevaram consideravelmente suas fatias do mercado, representando cerca de 93% da produção (Pinho, 2001). A nova estrutura da siderurgia brasileira também apresenta altos níveis de concentração em termos regionais, já que o grupo Gerdau, após a compra da Piratini, tornou-se o único produtor de aço no sul do país. O mesmo ocorreu no Nordeste, após a aquisição da Usiba e da Cosinor.

Destaca-se que a alta concentração da oferta no mercado siderúrgico reflete características estruturais do setor, principalmente referente ao principal segmento da indústria: “aços planos comuns”. Nele, as condições de entrada são bastante rigorosas: tamanhos mínimos elevados com alta necessidade de capital fixo por unidade de produto, resultando em grandes exigências de imobilização de capital (Pinho, 2001).

Nesse sentido, o movimento acelerado de fusões e aquisições, o qual ampliou a concentração do mercado siderúrgico, é um elemento preocupante, dada a relação, geralmente inversa, entre concentração de mercado e nível de competição (Gomes e Ribeiro, 2015). Pinho (2001), embora ressalte o crescimento da produtividade, também compartilha da tese de que a abertura comercial não teria sido capaz de disciplinar o poder

de mercado das indústrias oligopolistas privatizadas na década de 90. Entretanto, como se verá nas seções seguintes, apesar da maior concentração, foi observada uma consistente queda dos markups ao longo da década de 1990, juntamente a uma redução da dispersão tanto dos markups quanto da produtividade, implicando uma melhoria da eficiência alocativa no setor. A dispersão do logaritmo da produtividade total dos fatores, calculada a partir da receita, é uma das principais medidas de *misallocation* adotadas na literatura⁴³, já que, na ausência de distorções, a *revenue productivity* (produtividade física multiplicada pelo preço do produto) deveria se igualar entre empresas (Hsieh e Klenow, 2009).

4. Contexto internacional

Até o final da década de 1980 o Brasil utilizava a substituição de importações como estratégia para a industrialização, a qual, em conjunto com as diversas crises cambiais do período, culminou em um processo em que as importações eram fortemente controladas para incentivar o crescimento da indústria nacional. Conforme destacam Kume et al. (2003), tais políticas engendravam tarifas aduaneiras elevadas, controles discricionários sobre os produtos importados (lista de produtos proibidos, limite máximo anual de compras externas por empresa, entre outros), além de regimes especiais de tributação para a importação de produtos específicos. Contudo, tais políticas, apesar de terem viabilizado a melhora e diversificação do parque industrial brasileiro, dificultavam a integração competitiva da indústria brasileira no comércio internacional.

Com o objetivo de incentivar uma alocação mais eficiente dos recursos por meio da elevação da competição, na década seguinte, o governo brasileiro realizou uma política de reduções tarifárias. Conforme dados de Kume et al. (2003), a tarifa nominal média caiu de 57,5%, em 1987, para 11,2%, em 1994. Já a taxa de proteção efetiva decaiu de 77,1% para 13,6% no mesmo período. A partir de 1995, como consequência da crise do México e da valorização da taxa de câmbio decorrente do Plano Real, observa-se um retrocesso no processo de liberalização das importações implementado no período 1988-1993, de forma que a tarifa nominal média subiu para 14,9% e a tarifa efetiva para 15,6%.

⁴³ No modelo proposto por Peters (2020), por exemplo, o grau de *misallocation*, medido como a razão entre a produtividade agregada efetiva e a que seria obtida em uma situação de alocação eficiente, é dada por $\mathcal{M} = \exp(\sum \ln \mu_i^{-1}) / \sum \mu_i^{-1}$, a qual é decrescente na dispersão.

Em relação à taxa de câmbio, Kume e Souza (2003) argumentam que a política cambial do período de 1990 a 1998 almejava, principalmente, atingir às metas de inflação do Governo, em detrimento de manter a balança comercial equilibrada. Conforme resumem os autores, a taxa de câmbio mostrou tendência de valorização real, com desvalorizações pontuais em setembro de 1990, outubro de 1991 e março de 1995. Sobre o fluxo de comércio, a valorização real e liberalização comercial estimularam as importações e as exportações, com grande destaque para a primeira: o coeficiente de exportação total passou de 7,4%, em 1990, para 9,4%, em 1998, enquanto o coeficiente de penetração das importações aumentou de 5,8% para 9,8% no mesmo período.

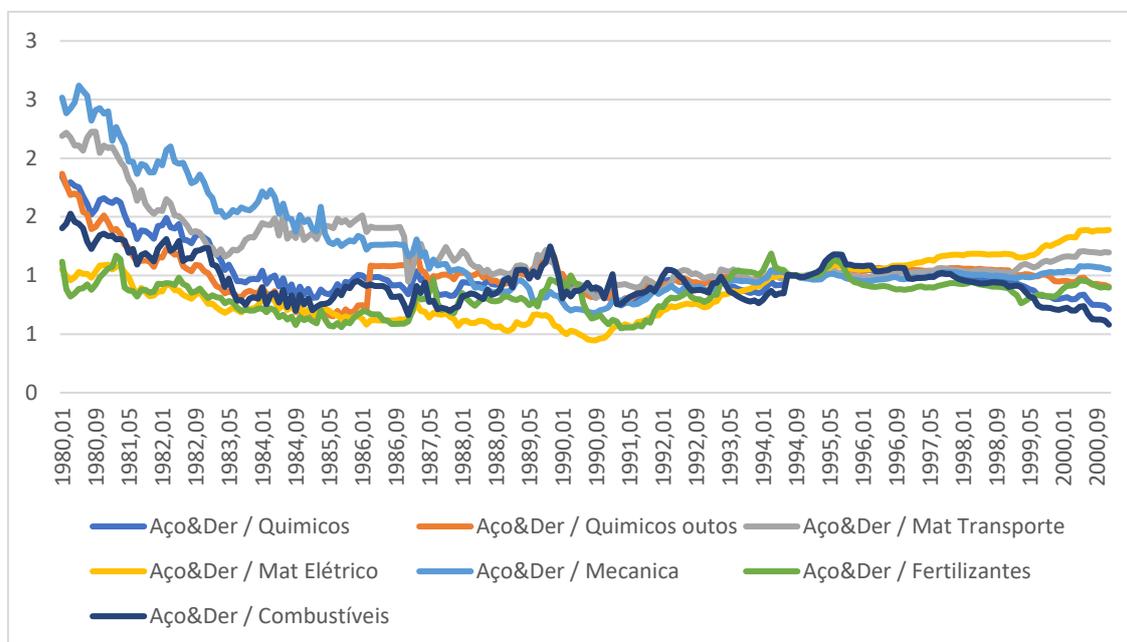
Desde 1988, o Brasil passou por um intenso processo de globalização e liberalização comercial, porém tais transformações não ocorreram de forma homogênea entre os setores da economia. No caso do setor siderúrgico, o processo de globalização foi particularmente rápido, com um programa intensivo de liberalização comercial, acompanhado por um completo processo de privatização. A liberalização comercial no setor foi marcada pela redução tarifária progressiva. Tais medidas de reforma comercial levaram a cortes pronunciados nos níveis de proteção tarifária, especialmente após 1990, ao mesmo tempo em que as barreiras não tarifárias foram eliminadas.

Em relação à inserção comercial da siderurgia brasileira no período 1989-1997, as exportações brasileiras mostraram desempenho ruim, com tendência de decréscimo de 0,7% ao ano (Pinho, 2001), diferente do comércio internacional do aço, o qual apresentou crescimento acentuado. Dessa forma, a participação brasileira nas exportações mundiais decresceu 2,9 pontos percentuais no período. Contudo, o coeficiente de importação, em termos de volume, de produtos siderúrgicos, duplicou de 1989 a 1998 (Pinho, 2001). O autor também analisa o coeficiente de importação por produto siderúrgico e observa que, para a maioria dos produtos, o fato de as importações terem se intensificado a partir de 1995 é um indício de que a sobrevalorização cambial é relevante para explicar a evolução das compras externas de aço.

Para a análise em tela, também é necessário avaliar a evolução dos preços do aço na década de 1990. Em 1991, o controle de preços, o qual prejudicava principalmente as ex-estatais, como destacam Pinho e Silveira (1998), foi extinto. Após essa mudança de política, observa-se uma expressiva elevação dos preços relativos do aço no período 1990-

1995, posteriormente à forte queda observada ao longo da década de 1980, conforme se observa no Gráfico 19.

Gráfico 19 - Preços relativos do aço, 1980-2000.



Fonte: Cintrão (2022).

Pinho e Silveira (1998), por meio da análise dos preços da Siderurgia (Ferro, Aço e Derivados), deflacionados pelo IPA industrial, para o período 1981-1995, também observam elevação dos preços do Aço. Depois de atingirem o nível mínimo em 1990, os preços relativos da siderurgia, em geral, mostraram tendência de recuperação, acumulando até 1995 alta de 23,7% (Pinho e Silveira, 1998).

5. Descrição da Base de dados e estratégia empírica

5.1. Base de dados

A presente seção objetiva apresentar a base de dados e a metodologia de estimação da função de produção. A origem dos dados é a Pesquisa Industrial Anual (PIA), coletada pelo IBGE. Optou-se por utilizar a metodologia desenvolvida por Muendler (2003) para a consolidação das principais variáveis. O autor em sua pesquisa, além de uma descrição

detalhada da PIA, apresenta estratégia para a compatibilização entre a “PIA Velha” (edições até 1995) e a “PIA Nova” (edições de 1996 em diante) (nomenclatura utilizada pelo autor), além das técnicas para a deflacionamento das variáveis e criação da série de capital.

A Pesquisa Industrial Anual (PIA) reúne dados econômico-financeiros das firmas industriais brasileiras, abrangendo, entre outros aspectos, dados sobre pessoal ocupado, salários, retiradas e outras remunerações, receitas, custos e despesas, consumo intermediário, valor da produção e da transformação industrial. Os dados se referem às empresas de extração mineral e transformação, segundo as categorias de atividades definidas e/ou por detalhamento geográfico. A base inclui empresas para as quais ao menos 50% da renda é proveniente da atividade industrial.

A denominada “PIA velha” é uma amostra contínua de empresas manufatureiras e do setor de mineração para o período de 1986 a 1990 e 1992 a 1995 (a pesquisa não foi realizada em 1991). A inclusão de empresas na amostra se dá com base em três critérios: (a) estar entre as maiores empresas manufatureiras ou mineradoras, como parte da chamada *coleta especial*; (b) amostragem aleatória de empresas médias, como parte da chamada *coleta complementar*; e (c) inclusão de novas empresas. Assim, conforme Schor (2006), uma vez que a empresa foi selecionada, ela permanece na base até ser extinta. Ainda, segundo a autora, anualmente, as novas empresas criadas devem ser incluídas⁴⁴.

Os dados da “PIA nova” estão disponíveis de 1996⁴⁵ em diante e todas as empresas de médio e grande porte são consideradas com periodicidade anual na amostra. Já para as empresas de menor porte (menos de 30 empregados), é utilizada a amostragem aleatória. Diferentemente da “PIA velha”, na “PIA nova” as firmas que entram na amostra aleatória não são necessariamente retidas nos anos seguintes, estando também sujeitas à amostragem. Na “PIA velha”, os setores são classificados de acordo com o Nível 100⁴⁶, ao passo que a “PIA nova” utiliza a CNAE (Classificação Nacional das Atividades Econômicas) 1.0, até 2007 e CNAE 2.0 a partir de 2007. Com vista a analisar as firmas

⁴⁴ Schor (2006) adverte que o procedimento de inclusão de empresas recém-constituídas parece não ter sido precisamente aplicado até 1996, ao passo que, segundo Muendler (2003), o procedimento de incluir as firmas entrantes durou apenas entre 1986 e 2002.

⁴⁵ Em 1996, a PIA foi reformulada, dando origem à “PIA nova”. Foram modificados os questionários e a metodologia de amostragem. Para mais detalhes, ver Muendler (2003).

⁴⁶ Similar ao utilizado nas Contas Nacionais Brasileiras.

componentes do setor siderúrgico brasileiro no período 1990 a 1998, foi utilizada a estratégia de compatibilização entre as referidas bases sugeridas por Muendler (2003), que se baseia em converter a classificação (CNAE 1.0) setorial da “PIA nova” para a utilizada na “PIA velha”. Destaca-se que o setor siderúrgico corresponde ao número 510 (Atividade 50) na classificação nível 100. Para a consolidação de um painel de firmas englobando as duas versões da pesquisa, Muendler (2003) seleciona as firmas da “PIA nova” que estiveram presentes na “PIA velha” por pelo menos um ano, ou que são referenciadas longitudinalmente por uma firma da “PIA velha”.

Devido à elevada inflação do período da PIA velha, a qual era subestimada por alguns dos índices de inflação do período, foi necessário aplicar o seguinte procedimento para as séries de fluxo (no caso da presente pesquisa as variáveis de produto, capital e insumos intermediários): 1 - inflacionar cada série para refletir adequadamente os valores nominais ao final de cada exercício⁴⁷; 2 - deflacionar as séries infladas para valores em Reais constantes de agosto de 1994⁴⁸. Tal procedimento é necessário para que seja levada em conta também a inflação intra-anual, e não apenas a inflação ocorrida de um ano para o outro.

A seguir, é apresentada uma breve descrição das variáveis utilizadas para estimar a função de produção⁴⁹:

Produto: Valor da produção, calculado a partir das vendas e da variação de estoques. Como Muendler (2003), o índice de preços utilizado para deflacionamento é o Índice de Preços no Atacado – Oferta Global (IPA-OG).

Consumo intermediário: O consumo intermediário na “PIA velha” é dado pela variável “outros custos e despesas”. Muendler (2003), para manter a compatibilidade entre as duas versões da PIA, cria uma variável similar com os dados da “PIA nova”, a qual abrange a compra de insumos intermediários (compras de matérias primas, materiais auxiliares e componentes), consumo de serviços (dispêndio com combustível, compra de

⁴⁷ Muendler (2003) propõe assumir que cada variável de fluxo apresentou valores iguais ao longo dos meses do ano, convertendo cada valor mensal a preços do final do ano, posteriormente deflacionando os valores de final de ano para uma mesma base.

⁴⁸ Todos os índices de preços, tarifas, taxas de câmbio e taxas de juros utilizados por Muendler (2003) foram disponibilizadas no endereço www.econ.ucsd.edu/muendler/brazil.

⁴⁹ Todas as variáveis monetárias estão a preços constantes de agosto de 1994.

energia elétrica, dispêndio com peças, serviços industriais e de manutenção), despesas com fretes e carretos e demais custos e despesas operacionais.

Para deflacionar os insumos intermediários domésticos, é utilizada a matriz de insumo produto nacional para derivar a cesta de insumos de cada firma e assim estimar o índice específico de cada setor. Posteriormente, foi aplicado o IPA-OG setorial. Os insumos estrangeiros são tratados de forma diferenciada. Nesse caso, Muendler (2003) constrói índices de insumos, específicos para cada setor, a partir de dados de câmbio e de inflação dos 25 principais parceiros comerciais brasileiros. Posteriormente, esse índice é convertido em valores nacionais a partir da taxa de câmbio nominal.

Mão de obra: trabalhadores ativos ao final de cada ano. Na PIA, o número de trabalhadores é discriminado entre participantes diretos da produção (Blue collar) e não participantes da produção (White collar). Contudo, optou-se por usar o total da força de trabalho da siderurgia.

Estoque de capital: A série de estoque de capital agrega as variáveis de edificações, maquinário, veículos, computadores e outros capitais.

O método utilizado para a construção da variável de capital é o mesmo de Muendler (2003) e Schor (2006), o qual consiste em duas estratégias diferentes, a depender do período. Até 1995, a PIA incluía variáveis de ativo imobilizado líquido. Dada as elevadas taxas de inflação do período, tal variável, no entanto, era sujeita à correção monetária anual que seguia um índice oficial que subestimava a inflação efetiva (Muendler, 2003; Schor, 2006). Logo, para esse período, reverteu-se a correção monetária da variável de imobilizado líquido, posteriormente deflacionando os valores nominais pelo IPA-OG, de forma a expressar valores a preços constantes de agosto/1994.

A partir de 1996, os dados de estoque não estão mais disponíveis, mas apenas os dados de fluxo. Dessa forma, o estoque de capital para esse período é calculado a partir do método de inventário perpétuo, com base em dados de investimento líquido e taxas de depreciação por tipo de ativo propostas por Muendler (2003).

A base da pesquisa é composta por um painel desbalanceado de 69 empresas siderúrgicas, acompanhadas pelo período de sete anos (1990 a 1998, com exceção dos anos 1991 e 1995), totalizando 323 observações. As firmas foram classificadas nas seguintes categorias: Integradas, Semi-integradas, Gusa de Mercado e Outros:

Tabela 5 – Quantitativo de firmas por tipo.

| Categoria | Nº de Firmas | Percentual |
|-----------------|--------------|-------------|
| Integrada | 15 | 22% |
| Semi-integrada | 24 | 35% |
| Gusa de Mercado | 12 | 17% |
| Outro | 18 | 26% |
| Total | 69 | 100% |

Fonte: elaboração própria.

A Tabela 5 indica que as firmas do tipo Integradas e Semi-integradas (*minimills*), representam 57% da base. Conforme a literatura especializada, essas categorias são definidas como⁵⁰:

Integradas: As usinas integradas participam de todo o processo produtivo até a produção do Aço. Agregam as atividades de redução, refino e laminação.

Redução: Produção do ferro gusa. Nessa fase, é usual a utilização do carvão vegetal em altos fornos para redução do minério.

Refino (produção e resfriamento do aço): Nessa etapa, o ferro gusa obtido é transferido para a aciaria, ainda em estado líquido para ser transformado em aço. A maior parte do aço líquido é solidificada em equipamentos de lingotamento contínuo para produzir semiacabados, lingotes e blocos.

Laminação: O aço em processo de solidificação é deformado mecanicamente. Os semiacabados, lingotes e blocos são processados por equipamentos chamados laminadores e transformados em uma grande variedade de produtos siderúrgicos, cuja nomenclatura depende de sua forma e/ou composição química. É onde se situam os relaminadores, geralmente de placas e tarugos, adquiridos de usinas integradas ou semi-integradas e os que relaminam material sucata.

Semi-integradas (*minimills*): atuam apenas nas etapas de refino e laminação. A etapa de redução não é necessária, visto que tais usinas adquirem de terceiros o ferro gusa, ferro

⁵⁰ As definições de usinas integradas, semi-integradas, não integradas e das etapas de produção foram retiradas do site <https://acobrasil.org.br/site/processo-siderurgico/>. Acesso em 29/04/2023.

esponja e sucata metálica, e os transformam em aço em aciarias elétricas antes de realizar a laminação.

Gusa de Mercado: Referem-se aos guseiros, que produzem ferro gusa, mas não aço. Conforme descreve De Paula (2014), essas empresas produzem e comercializam ferro gusa para terceiros, ao invés de fabricá-lo para consumo em seu próprio processo produtivo. O ferro gusa é consumido principalmente pela siderurgia e pela indústria de fundição. No caso da primeira, a demanda é significativa para as usinas semi-integradas.

Produtores de Ferroligas: As ferroligas representam insumo essencial para a siderurgia, visto que são utilizadas na elaboração de todos os tipos de aço, tanto nos processos básicos como na agregação de propriedades e valor aos aços especiais (Andrade, Cunha, Gandra, 1999, pg. 3). O aço deve estar em estado líquido para ser produzido e, nesse estágio, são acrescentadas ferroligas, as quais são capazes de alterar a composição química do aço, resultando na característica especial da liga⁵¹.

Outras Atividades: Essa categoria considera as empresas que não se encaixaram em nenhuma das categorias anteriores, segundo a revisão de literatura. Por exemplo, as CNAEs referente a outros produtos de metal não especificados anteriormente, fabricação de produtos trefilados padronizados e não padronizados. Essa categoria engloba principalmente fabricantes de produtos de metal (divisão 25 da CNAE 2.0), os quais se concentram nas etapas finais do processo produtivo.

Assim, as categorias ferro gusa e outras atividades compreendem as usinas do tipo **não integradas**, as quais referem-se àquelas que participam de apenas uma etapa do processo produtivo⁵². Optou-se por não agregar todas as empresas não integradas, visto que essas participam de processos diferentes da produção do aço. Quanto ao setor de ferroligas, o mesmo também pode ser dividido entre indústrias integradas e semi-integradas, de forma que, no restante da análise, esse setor não aparece explicitamente, mas sim como parte dessas duas categorias.

⁵¹ As principais ligas utilizadas são as de manganês e silício (ANDRADE et al., 1999b).

⁵² Redução, laminação e trefilação. As trefilarias são unidades que dispõem apenas de trefilas, em que produtores de arames e barras utilizam o fio-máquina como matéria prima. O processo de Trefilação do aço é uma operação de tração das peças, onde o material é estirado através de uma matriz em forma de canal convergente (Fieira), resultando em uma redução da largura e, conseqüentemente, no aumento do comprimento do material. (<https://www.spillere.com.br/processo-de-trefilacao-de-aco/>, acessado em 30/04/2023).

Para a classificação das firmas da base nas categorias supracitadas (integradas, semi-integradas, gusa de mercado e outras atividades) foi realizada pesquisa bibliográfica sobre as empresas da amostra, seguindo-se os seguintes procedimentos⁵³:

1. As empresas citadas na literatura (De Paula, 1993; Quaresma, 2009; Poso, 2007; Andrade et al., 1999, IAB, 2010; Cerceau, 2001, Carvalho, 2003) foram classificadas como integradas, semi-integradas ou produtoras de ferro-gusa⁵⁴.
2. As empresas cuja CNAE principal era a produção de ferro-gusa foram classificadas nessa categoria.
3. As empresas restantes foram caracterizadas como “outros”.

5.2. Estatísticas Descritivas

Conforme se observa na Tabela 6 abaixo, foi verificado um elevado número de saídas, equivalente a 59% das empresas existentes no ano de 1990. Tais saídas se concentraram nas empresas posicionadas mais ao final da cadeia (semi-integradas e outros), ao passo que as empresas que participam das etapas iniciais (integradas e gusa de mercado) apresentaram um menor percentual de saídas. Ademais, consoante Tabela A.1 do Apêndice, a saída de empresas semi-integradas se intensificou de 1993 a 1998 e daquelas relacionadas a outras atividades, em 1993-1996. Em relação à entrada, foram observadas apenas 4 (3 produtores de ferro-gusa de mercado e 1 outras atividades) no período 1992-1993. É importante ressaltar ainda que algumas das saídas decorreram de fusões e aquisições, conforme discutido anteriormente na Seção 3.

Tabela 6 – Distribuição das firmas por ano e por categoria.

| Ano | Integrada | Semi-integrada | Gusa de Mercado | Outros | Total |
|------|-----------|----------------|-----------------|--------|-------|
| 1990 | 15 | 24 | 9 | 16 | 64 |

⁵³ Collard-Wexler e De Loecker (2015), para os Estados Unidos, classificam as empresas entre *minimills*, *vertically integrated* e *rolling and processing plants* com base nos insumos utilizados. A PIA, no entanto, não apresenta essa informação.

⁵⁴ Três empresas do setor de ferroligas não foram localizadas na literatura, nem foram localizadas informações adicionais sobre seu processo produtivo. Essas empresas foram classificadas como semi-integradas, devido ao fato de que as empresas integradas são, em geral, maiores, reduzindo a probabilidade que uma empresa dessa tipologia não tenha sido citada pela literatura.

| | | | | | |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1991 | . | . | . | . | . |
| 1992 | 15 | 23 | 9 | 14 | 61 |
| 1993 | 15 | 21 | 9 | 13 | 58 |
| 1994 | 13 | 17 | 9 | 10 | 49 |
| 1995 | . | . | . | . | . |
| 1996 | 12 | 12 | 7 | 4 | 35 |
| 1997 | 12 | 9 | 6 | 3 | 30 |
| 1998 | 10 | 5 | 7 | 4 | 26 |
| Redução | 33% | 79% | 22% | 75% | 59% |

Fonte: Elaboração própria com base na Pesquisa Industrial Anual (PIA) – IBGE, anos de 1990, 1992-1994 e 1995-1998. Observação: o percentual da última linha se refere à redução no número de empresas no período 1990-1998.

Devido à mudança de metodologia da pesquisa, a variação no número de empresas ocorrida entre 1994 e 1996 deve ser avaliada mais detidamente, pois a redução do número de empresas nesse período poderia ter sido causada não pela inatividade das mesmas, mas sim por uma mudança de cobertura da amostra, que poderia não mais abarcar tais empresas. Entretanto, tal fato não é provável, dado que, como citado anteriormente, a “PIA nova” necessariamente inclui as empresas com 30 ou mais empregados⁵⁵, sendo que quase todas as empresas da base do presente trabalho superam esse valor na maioria dos anos. Apenas 6 empresas do setor apresentaram menos de 30 empregados em algum momento entre 1990 e 1994, mas, dentre essas, apenas uma saiu da base justamente entre 1994 e 1996. Em outras palavras, as empresas que saíram possuíam, em geral, mais de 30 empregados, sendo, portanto, abarcadas pela coleta da PIA, caso estivessem em atividade. Logo, a queda do número de empresas não pode ser atribuída à mudança de metodologia da pesquisa.

A Tabela A.2 do apêndice demonstra que a redução do número de empresas atuantes no mercado não apresenta relação direta com o fato de elas terem ou não passado pelo controle do Estado, dado que o percentual de saídas em relação ao total de cada tipo é semelhante para ambas (12% não foram Estatais e 10% Foram Estatais).

Na Tabela 7 são apresentadas algumas estatísticas descritivas para o total das firmas e dos grupos para o período 1990-1998. As Integradas, em média, responderam pelos maiores valores produzidos, número de trabalhadores, volume de capital, materiais

⁵⁵ As empresas com menos de 30 empregados são sujeitas a amostragem aleatória na PIA Nova.

e valor adicionado. Entretanto, em termos de produtividade do trabalho (medida em termos de produção e valor adicionado), as Semi-integradas e Outras atividades mostraram os maiores valores. Os dados também indicam que há uma grande diferença entre as firmas do setor em termos de tamanho, produção e utilização dos insumos. Isto pode ser visto na primeira parte da tabela (total do setor), nas qual os desvios-padrão das variáveis são substancialmente maiores que as médias. Ademais, os Gráficos A.1 e A.2 do Apêndice A apresentam, respectivamente, a evolução das variáveis da Tabela 1 para o total da base e para as categorias. Observa-se a redução do valor total da produção e do número de trabalhadores para todas as categorias, destacando-se a Semi-integrada e Outros. Destaca-se que apenas as categorias Integrada e Semi-integradas observaram crescimento da produção por trabalhador, como demonstrado no Gráfico A.2. Por fim, a Tabela A.3, apresenta a evolução da média do valor da produção e do número de trabalhadores, observa-se que apesar da redução do valor da produção, a média por empresa do total produzido entre 1990 e 1998 cresceu 45%.

Tabela 7 – Estatísticas descritivas da siderurgia - período 1990 a 1998, por categoria.

| | Média | Desvio Padrão | Mínimo | Máximo | N |
|------------------------|------------|------------------|----------|------------|-----|
| <i>Todas</i> | | | | | |
| Valor da Produção (mm) | 231,78 | 416,07 | 0,89 | 2689,05 | 323 |
| Trabalhadores (unid.) | 2309,91 | 3602,64 | 4,00 | 21844,99 | 323 |
| Capital (mm) | 412,25 | 994,82 | 0,12 | 6508,14 | 323 |
| Materiais (mm) | 118,45 | 209,16 | 0,19 | 1242,29 | 323 |
| Valor Adicionado (mm) | 113,33 | 229,80 | 0,15 | 1495,70 | 323 |
| Produção/trabalhador | 211746,47 | 669790,40 | 1988,57 | 9986950,00 | 323 |
| VA/trabalhador | 81765,73 | 204637,03 | 1028,67 | 2273663,25 | 323 |
| <i>Integradas</i> | | | | | |
| Valor da Produção (mm) | 611,40 | 608,64 | 41,13 | 2689,05 | 92 |
| Trabalhadores (unid.) | 5796,80 | 4873,39 | 460,00 | 21844,99 | 92 |
| Capital (mm) | 1289,74 | 1544,71 | 33,95 | 6508,14 | 92 |
| Materiais (mm) | 303,19 | 302,49 | 20,39 | 1242,29 | 92 |
| Valor Adicionado (mm) | 308,20 | 354,33 | 12,21 | 1495,70 | 92 |
| Produção/trabalhador | 105.241,81 | 44140,73 | 23078,40 | 211248,39 | 92 |
| VA/trabalhador | 47.349,80 | 23610,62 | 9641,75 | 114148,56 | 92 |
| <i>Semi-integradas</i> | | | | | |

| | | | | | |
|------------------------|------------|------------|----------|------------|-----|
| Valor da Produção (mm) | 135,09 | 154,25 | 1,22 | 1074,92 | 111 |
| Trabalhadores (unid.) | 1597,47 | 1778,96 | 4,00 | 9497,00 | 111 |
| Capital (mm) | 115,62 | 129,38 | 0,73 | 585,14 | 111 |
| Materiais (mm) | 75,56 | 99,83 | 0,19 | 814,61 | 111 |
| Valor Adicionado (mm) | 59,53 | 67,58 | 0,38 | 350,39 | 111 |
| Produção/trabalhador | 339.151,76 | 1090337,28 | 1988,57 | 9986950,00 | 111 |
| VA/trabalhador | 114.515,29 | 295524,31 | 1676,49 | 2273663,25 | 111 |
| <i>Gusa de Mercado</i> | | | | | |
| Valor da Produção (mm) | 29,30 | 58,43 | 0,89 | 254,04 | 56 |
| Trabalhadores (unid.) | 362,80 | 200,48 | 33,00 | 816,00 | 56 |
| Capital (mm) | 12,55 | 17,75 | 0,44 | 88,49 | 56 |
| Materiais (mm) | 18,24 | 32,63 | 0,69 | 164,36 | 56 |
| Valor Adicionado (mm) | 11,07 | 28,36 | 0,15 | 136,72 | 56 |
| Produção/trabalhador | 72.630,81 | 124852,59 | 6719,00 | 670432,94 | 56 |
| VA/trabalhador | 24.747,34 | 55076,07 | 1028,67 | 306329,53 | 56 |
| <i>Outros</i> | | | | | |
| Valor da Produção (mm) | 30,93 | 29,78 | 1,02 | 112,26 | 64 |
| Trabalhadores (unid.) | 236,84 | 292,91 | 16,00 | 1415,00 | 64 |
| Capital (mm) | 15,08 | 20,33 | 0,12 | 81,10 | 64 |
| Materiais (mm) | 14,95 | 14,75 | 0,22 | 74,65 | 64 |
| Valor Adicionado (mm) | 15,98 | 20,01 | 0,49 | 80,46 | 64 |
| Produção/trabalhador | 265.604,59 | 368050,69 | 39297,91 | 2028396,75 | 64 |
| VA/trabalhador | 124.329,73 | 223029,97 | 5188,77 | 1711907,25 | 64 |

Observação: Valores em milhões de reais a preços de 1994. Fonte: elaboração própria a partir de dados da Pesquisa Industrial Anual (PIA) – IBGE.

Tabela 8 – Estatísticas descritivas da siderurgia - período 1990 a 1998, por controlador original.

| | Média | Desvio Padrão | Mínimo | Máximo | N |
|------------------------|-----------|---------------|---------|-----------|----|
| <i>Foi estatal</i> | | | | | |
| Valor da Produção (mm) | 811,18 | 682,99 | 1,22 | 2689,05 | 58 |
| Trabalhadores (unid.) | 6984,53 | 5503,19 | 616,00 | 21844,99 | 58 |
| Capital (mm) | 1901,54 | 1657,94 | 24,55 | 6508,14 | 58 |
| Materiais (mm) | 399,42 | 340,35 | 0,19 | 1242,29 | 58 |
| Valor Adicionado (mm) | 411,76 | 406,51 | 1,03 | 1495,70 | 58 |
| Produção/trabalhador | 114821,89 | 46053,44 | 1988,57 | 211248,39 | 58 |
| VA/trabalhador | 51876,62 | 26405,34 | 1676,49 | 114148,56 | 58 |

Não foi estatal

| | | | | | |
|------------------------|-----------|-----------|---------|------------|-----|
| Valor da Produção (mm) | 104,97 | 143,32 | 0,89 | 1074,92 | 265 |
| Trabalhadores (unid.) | 1286,78 | 1854,74 | 4,00 | 9497,00 | 265 |
| Capital (mm) | 86,29 | 140,22 | 0,12 | 747,98 | 265 |
| Materiais (mm) | 56,96 | 84,91 | 0,22 | 814,61 | 265 |
| Valor Adicionado (mm) | 48,01 | 69,85 | 0,15 | 354,72 | 265 |
| Produção/trabalhador | 232960,16 | 737703,11 | 6719,00 | 9986950,00 | 265 |
| VA/trabalhador | 88307,50 | 225136,95 | 1028,67 | 2273663,25 | 265 |

Observação: Valores em milhões de reais a preços de 1994. Fonte: elaboração própria a partir de dados da Pesquisa Industrial Anual (PIA) – IBGE.

Na Tabela 8, comparando-se as firmas que já foram estatais com aquelas que sempre foram privadas, verifica-se que aquelas, em média, apresentaram maiores escalas de produção, o que é esperado, dada a concentração das ex-estatais na tipologia Integrada. Por outro lado, a produtividade do trabalho em relação ao valor da produção e em relação ao valor adicionado é inferior, em média.

5.3. Estimação do markup

A presente seção baseia-se na abordagem de De Loecker e Warzynski (2012) para estimação de markup. Em princípio, o método proposto por esses autores requer dados de nível de produção da firma. Entretanto, em muitos casos, essa informação não está disponível, sendo coletadas apenas variáveis relacionadas à receita. Como ressaltam esses autores, quando é utilizada a receita deflacionada, o nível do markup pode ser afetado, mas a correlação entre o mesmo e características da firma, ou entre markups ao longo do tempo, é mantida, preservando, portanto, a utilidade do método. De Ridder *et al.* (2022) demonstra esses fatos empiricamente e, por meio de simulações, constata que a dispersão dos markups também é preservada no caso da Translog. Esses autores, alertam ainda contra a adoção hipóteses restritivas sobre a forma funcional da função de produção, como, por exemplo, assumir uma forma Cobb-Douglas, ao invés de Translog, quando o formato verdadeiro é mais complexo. Mais precisamente, esses autores mostram que estimativas supondo funções do tipo Cobb-Douglas, em geral, capturam corretamente o nível médio dos markups verdadeiros, mas sobrestimam a sua dispersão⁵⁶.

⁵⁶ Considerando que o logaritmo do markup é dado por $\log \mu = \log(\theta) - \log(\alpha)$, onde θ é a elasticidade do produto em relação ao insumo variável e α representa o custo do insumo variável, dividido pela receita, temos que a variância de $\log \mu$ é dada por:

Considera-se que a empresa i no tempo t atua no mercado conforme a seguinte tecnologia:

$$Q_{it} = Q_{it}(X_{it}, K_{it}, \omega_{it}) \quad (1)$$

em que o fator variável é representado por X_{it} (materiais - m_{it} e trabalho - l_{it}). K_{it} é o insumo fixo, no caso do presente modelo o capital (k_{it}), ω_{it} é a produtividade e Q_{it} representa a produção.

Minimização dos custos, dado \tilde{Q}_{it} :

$$L(X, K, \lambda) = P_{it}^m m_{it} + w_{it} l_{it} + r_{it} k_{it} + \lambda_{it} (\tilde{Q}_{it} - Q) \quad (2)$$

onde P_{it}^m , w_{it} e r_{it} são, respectivamente, o preço dos insumos intermediários, o salário e retorno do capital. A condição de 1ª ordem para o insumo variável pode ser resumida como:

$$\frac{\partial L_{it}}{\partial m_{it}} = P_{it}^m - \lambda_{it} \frac{\partial Q_{it}}{\partial m_{it}} = 0 \quad (3)$$

Rearranjando a equação anterior:

$$CMg_{it} \equiv P_{it}^m \frac{\partial m_{it}}{\partial Q_{it}} = \lambda_{it} \quad (4)$$

Utilizando a definição de markup ($\mu_{it} = P_{it}/CMg_{it}$) e a elasticidade da função de produção em relação ao insumo m (θ_{it}^m), por fim, obtemos:

$$\theta_{it}^m = \mu_{it} \times \frac{P_{it}^m m_{it}}{P_{it} Q_{it}} = \mu_{it} \times \alpha_{it}^m \quad (5)$$

$$\mu_{it} = \frac{\theta_{it}^m}{\alpha_{it}^m} \quad (6)$$

$$Var(\log \mu) = Var(\log \theta) + Var(\log \alpha) - 2 \times Cov(\log \theta, \log \alpha)$$

No caso da Cobb-Douglas, como a elasticidade é constante, temos que $Var(\log \mu) = Var(\log \alpha)$. Logo, uma menor dispersão, quando a função de produção estimada é do tipo Translog, implica que $Cov(\log \theta, \log \alpha) > 0$, ou seja, as empresas com maior elasticidade do produto em relação ao insumo variável (maior θ) utilizam mais intensamente esse insumo (maior α), como ressaltado por De Ridder et al. (2022).

Para o cálculo do markup, a elasticidade do produto em relação aos materiais θ_{it}^m é obtida via método de estimação da função de produção, ao passo que α_m é a participação dos gastos com materiais em relação à receita ($P_{it}Q_{it}$).

5.4. Estimação da Função de Produção (modelo base)

Para a estimação da função de produção, utilizou-se as abordagens de Olley e Pakes (1996) e Levinsohn e Petrin (2001), estendidas por Akerberg *et al.* (2015), assim como insights de De Loecker e Warzynsky (2012), De Loecker *et al.* (2016) e Collard-Wexler e De Loecker (2013). A função de produção da firma é dada por:

$$q_{it} = F_{it}(k_{it}, l_{it}, m_{it}; \beta) + \underbrace{\omega_{it} + \epsilon_{it}}_{u_{it}} \quad (7)$$

Na forma translog, a mesma pode ser descrita como⁵⁷:

$$F_{it}(k_{it}, l_{it}, m_{it}; \beta) = \beta_0 + \beta_l l_{it} + \beta_k k_{it} + \beta_m m_{it} + \beta_{ll} l_{it}^2 + \beta_{kk} k_{it}^2 + \beta_{mm} m_{it}^2 + \beta_{lk} l k_{it} + \beta_{lm} l m_{it} + \beta_{mk} m k_{it} + \beta_{lmk} l m k_{it}$$

Na equação (7), o nível de produtividade ω_{it} é conhecido pela firma e desconhecido pelo econometrista e ϵ_{it} é não correlacionado com q_{it} . $F(\cdot)$ é representada por uma função translog das variáveis l , k e m , visto que essa especificação possibilita estimar elasticidades diferentes para cada empresa, refletindo diferenças na tecnologia de produção e de intensidade na utilização dos fatores.

Foi utilizada a abordagem de função controle da demanda do insumo intermediário, desenvolvida por LP (2001) e estendida por ACF (2015). A função demanda por materiais é dada por:

$$m_{it} = m_t(l_{it}, k_{it}, \omega_{it}, time_{it}) \quad (8)$$

onde $time_{it}$ é uma variável de tendência.

⁵⁷ Todas as variáveis do modelo representadas por letras minúsculas estão em logaritmo.

Assume-se que $m_t(\cdot)$ é estritamente monotônica na única variável não observável (ω_{it}). Ou seja, dados os estoques de capita e trabalho no período t , quanto maior ω_{it} , maior será a quantidade utilizada de matérias primas. Melitz (2000) demonstra que essa hipótese é satisfeita desde que as firmas mais produtivas não possuam markups “desproporcionalmente altos”, relativamente às menos produtivas. De Loecker e Warzynski (2012), por exemplo, argumentam que essa propriedade é satisfeita para uma ampla classe de modelos de competição imperfeita. Essa suposição implica que a função de demanda inversa por materiais pode ser utilizada como *proxy* para a produtividade.

Destaca-se que, no presente trabalho, apenas o capital possui custos de ajustamento e representa o insumo fixo e dinâmico do modelo. Essa variável é considerada dinâmica porque os seus valores em t dependem de seus valores em $t - 1$, devido aos custos de ajustamento. Além disso, também é considerada *fixa* por ser determinada, em cada período t , antes que a firma conheça a sua produtividade ω_{it} no período. Por outro lado, os insumos variáveis m e l são determinados depois que a firma já conhece seu nível de produtividade e supõe-se que não possuem custo de ajustamento.

Destaca-se que Schor (2006), utilizando a base da PIA de 1986 a 1998, estimou funções de produção para 27 setores da indústria brasileira, sendo um deles a siderurgia, para avaliar os efeitos de redução tarifária sobre a produtividade das firmas. A autora utilizou a função de produção do tipo Cobb-Douglas⁵⁸, em que o trabalho foi modelado como uma variável dinâmica em todos os setores. Entretanto, no presente trabalho, optou-se por considerar o insumo trabalho como não dinâmico. Dada a forte variação do nível de emprego do setor no período, considerou-se que a hipótese de trabalho variável é aderente ao contexto em questão ⁵⁹.

A variável consumo intermediário (m_{it}), por ser um insumo variável, não dinâmico e correlacionado com ω_{it} , pode ser utilizada tanto para a inversão no 1º estágio

⁵⁸ Schor (2006) utiliza metodologia similar à OP(1996) para estimar a seguinte função de produção: $y_{it} = \beta_0 + \beta_{lw}lw_{it} + \beta_{lb}lb_{it} + \beta_kk_{it} + \beta_m m_{it} + \omega_{it} + \epsilon_{it}$, em que lw e lb são, respectivamente, os trabalhadores que atuam na produção e trabalhadores da área administrativa. Esse modelo teórico foi utilizado para estimar uma função de produção para cada um dos 27 setores da base da PIA. Destaca-se que, diferente do OP (1996), a autora não corrige explicitamente o viés de seleção.

⁵⁹ Para fins de demonstrar a robustez do modelo base, foram estimadas funções de produção em que a mão de obra foi considerada dinâmica, cujos resultados são apresentados na Tabela B.1 do Apêndice. Contudo, a versão Cobb-Douglas apontou o trabalho como estatisticamente não significativo.

da estimação da função de produção quanto para calcular os markups, seguindo as metodologias citadas anteriormente.

Nota-se que Collard-Wexler e De Loecker (2013) utilizam o investimento para inverter a produtividade no 1º estágio da estimação da função de produção, para uma base composta de firmas integradas e semi-integradas da siderurgia americana. Todavia, para o banco de dados do presente artigo, isso não é viável dado ao número considerável de firmas com investimento igual a zero ou negativo, o que inviabiliza a utilização dessa variável, pois a amostra seria reduzida substancialmente.

1º Estágio (estimação de $\hat{\phi}$):

Invertendo a função anterior (equação 8):

$$\omega_{it} = m_t^{-1}(l_{it}, k_{it}, m_{it}, time) \quad (9)$$

Substituindo na função de produção (7):

$$q_{it} = F_{it}(\cdot) + m_t^{-1}(\cdot) + \epsilon_{it} = \phi_t(k_{it}, l_{it}, m_{it}, time_{it}) + \epsilon_{it} \quad (10)$$

$$\omega_{it}(\beta) = \hat{\phi}_{it} - F_{it}(\cdot) \quad (11)$$

com $\hat{\phi}_{it}$ estimado de forma não paramétrica a partir da regressão de q_{it} em relação a um polinômio de 3ª ordem em k , l e m , além de uma variável de tendência. Esse primeiro estágio objetiva corrigir possíveis erros de medida, choques não antecipados (ϵ_{it}) e o viés provocado pela endogeneidade da escolha dos insumos⁶⁰.

2º Estágio (Regra de saída para as empresas siderúrgicas):

Essa 2ª etapa objetiva corrigir diretamente o viés de seleção presente no banco de dados, devido à provável endogeneidade da saída das firmas da base. Tal procedimento é

⁶⁰ O problema da endogeneidade é causado pelo fato de que, embora não observada pelo economista, a produtividade afeta a decisão de alocação de insumos das firmas. Assim, tem-se um problema de correlação entre a quantidade dos insumos utilizados e o erro, o que viola as hipóteses da estimação por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO).

relevante visto que 59% das firmas saíram da base no período analisado. Como em OP (1996), a probabilidade de sobrevivência das firmas do mercado em t , a qual é condicionada ao conjunto de informações em $t - 1$ (J_{it-1}), foi estimada de forma não paramétrica por meio de um modelo probit. A regra de seleção pode ser escrita da seguinte forma:

$$\begin{aligned}
 & Pr(\chi_{it} = 1 \mid \underline{\omega}_t(S_{it}), J_{it-1}) = \\
 & = Pr[\omega_{it}(S_{it}) \geq \underline{\omega}_t(S_{it}) \mid \underline{\omega}_t(S_{it}), J_{it-1}] \\
 & = 1 - F(\underline{\omega}_t \mid \omega_{it-1}) \equiv P_t(S_{it-1}) = \hat{P}_{it}.
 \end{aligned} \tag{12}$$

Define-se um indicador χ_{it} igual a 1 (um) se as firmas permanecem no mercado ou igual a 0 (zero), caso contrário. Ademais, $\underline{\omega}_t$ é o nível mínimo de produtividade que permite às empresas continuarem em operação no mercado. Nota-se, na equação acima, que $P_{it} = \rho_{t-1}(\omega_{it-1}, \underline{\omega}_{it})$ e que $\underline{\omega}_{it} = \rho_{t-1}^{-1}(\omega_{it-1}, P_{it})$.

No modelo probit estimado para a siderurgia, S_{it} é composto por k_{it} , m_{it} e $investrate_{it}$ (taxa de crescimento do investimento), por um polinômio de 3ª ordem formado com as variáveis $investrate_{it}$, k_{it} , m_{it} e l_{it} e pelas dummies $foiestatal_{it}$ e $outrasativ_{it}$ e $semintegrada_{it}$. A primeira variável qualitativa identifica se a empresa foi estatal⁶¹ e as duas últimas se pertenceram às categorias outras atividades ou semi-integradas. Foram testadas diversas especificações para o probit, sendo essa a que apresentou maior percentual de acerto de entradas e saídas e maior correlação entre a variável de saída e o \hat{P} (probabilidade estimada de permanecer na base).

3º Estágio: Estimação dos coeficientes da função de produção

No presente modelo, considera-se a seguinte lei de movimento da produtividade:

$$\omega_{it} = g(\omega_{it-1}, \underline{\omega}_{it}) + \varepsilon_{it}$$

⁶¹ $foiestatal_{it} = 1$ (empresa foi estatal) ou 0 (caso contrário),

$$\begin{aligned}
&= g(\omega_{it-1}, P_{it}) + \varepsilon_{it}^{62} \tag{13} \\
&= g(\phi_{it-1}(\cdot) - F_{it-1}(\cdot), \hat{P}_{it}) + \varepsilon_{it}
\end{aligned}$$

onde ε_{it} é a inovação da produtividade e $\underline{\omega}_{it}$ é o ponto de corte da produtividade acima do qual a firma permanece em atividade.

Os coeficientes da função de produção são recuperados por momentos definidos em relação à inovação da produtividade:

$$E[Z \times (\varepsilon_{it}) | J_{it-1}] = 0 \tag{14}$$

A equação anterior foi estimada por GMM não linear:

$$\arg \min_{\theta \in \Theta} \frac{1}{N} \left\{ \left[Z'(\varepsilon_{it}) \frac{1}{N} \right]' W \left[Z'(\varepsilon_{it}) \frac{1}{N} \right] \right\} \tag{15}$$

Para formar o vetor de instrumentos Z , as variáveis l_{it} e m_{it} foram instrumentalizadas, respectivamente, por l_{it-1} e m_{it-1} , pois, consoante esclarecimentos anteriores, a força de trabalho e os insumos intermediários são correlacionados com o choque da produtividade. Já k_{it} foi seu próprio instrumento, dado que se supõe que o mesmo não reage de maneira contemporânea às inovações da produtividade em t .

6. Resultados

6.1. Coeficientes da função de produção e elasticidades do produto

A Tabela 9 apresenta os coeficientes estimados para as funções de produção do tipo Cobb-Douglas (CD) e Translog (TL), com os respectivos intervalos de confiança. Observa-se que todos os coeficientes para a função de produção do tipo CD são estatisticamente diferentes de zero a 5%. Como teste de robustez, a Tabela B.1 apresenta os mesmos modelos supondo-se que o trabalho, assim como o capital, é um insumo dinâmico. Em relação aos coeficientes da função TL, verifica-se que o valor dos coeficientes da função de produção com o trabalho dinâmico são em geral, um pouco

⁶² $\omega_{it} = g(\omega_{it-1}, \underline{\omega}_{it}) + \varepsilon_{it} = g(\omega_{it-1}, \rho_{t-1}^{-1}(\omega_{it-1}, P_{it})) + \varepsilon_{it} = g(\omega_{it-1}, P_{it}) + \varepsilon_{it}$.

menores, mas com valores próximos e retorno de escala semelhantes. A referida tabela também apresenta a função de produção para a siderurgia brasileira estimada para o valor adicionado e com trabalho não dinâmico.

Apesar da maior flexibilidade da função Translog, observou-se que as elasticidades estimadas variaram relativamente pouco ao longo do tempo (Gráfico B.1, no Apêndice), indicando que poderiam não ocorrer mudanças significativas se fosse estimado um modelo do tipo Cobb Douglas no lugar do Translog. Contudo, como já exposto, a função de produção do tipo TL, diferente da do tipo CD, possibilita que as elasticidades do produto variem entre as empresas, propiciando estimar a distribuição dos markups. Dessa forma, o presente trabalho optou por utilizar a função de produção do Tipo Translog para o modelo base.

Tabela 9 – Coeficientes da função de produção Modelo Base.

| | (CD) | (TL) |
|------|-------------------------|----------------------------|
| cons | 2,323 [2,285; 2,332] | 14,965 [14,894; 15,067] |
| l | 0,083 [0,010; 0,102] | -2,146 [-2,226; -2,060] |
| k | 0,130 [0,100; 0,183] | 0,109 [0,029; 0,210] |
| m | 0,732 [0,650; 0,759] | -0,623 [-0,718; -0,535] |
| l2 | | 0,075 [-0,054; 0,099] |
| k2 | | 0,012 [-0,037; 0,057] |
| m2 | | 0,076 [0,020; 0,124] |
| lk | | 0,159 [0,076; 0,242] |
| lm | | 0,037 [-0,042; 0,130] |
| mk | | -0,042 [-0,133; 0,053] |
| lmk | | -0,007 |

[-0,009; -0,001]

| | | |
|--------------------|-------|-------|
| Retornos de Escala | 0,945 | 1,015 |
| N | 323 | 323 |

Nota: erros padrão robustos com cluster por empresa. Intervalo de confiança (95%) entre colchetes.

Um teste importante é verificar se as categorias produzem segundo tecnologias de produção diferentes. Com esse propósito, também foram estimados modelos com a especificação CD para os quais os coeficientes poderiam variar de acordo com as categorias⁶³ (Integradas, Semi-integradas, Gusa de mercado e Outros). Seguindo Collard-Wexler e De Loecker (2013)⁶⁴, também foram incluídas variáveis de interação entre a dummy da categoria e os insumos e a categoria foi considerada uma variável de estado no modelo dinâmico. Conforme a Tabela 10, os coeficientes de trabalho, capital e insumos intermediários são estatisticamente significativos, exceto para a categoria Integrada para a qual o trabalho não foi estatisticamente diferente de zero.

Tabela 10 – Testando a heterogeneidade de coeficientes - valor da produção.

| | Integrada (1) | Semi-integrada (2) | Ferro-Gusa (3) | Outros (4) |
|-------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| cons | 2,490 [2,454; 2,507] | 2,560 [2,549; 2,590] | 2,980 [2,971; 2,995] | 1,879 [1,861; 1,897] |
| l | 0,050 [-0,000; 0,070] | 0,090 [0,024; 0,117] | 0,109 [0,079; 0,124] | 0,130 [0,113; 0,149] |
| k | 0,160 [0,130; 0,174] | 0,188 [0,131; 0,205] | 0,135 [0,111; 0,150] | 0,129 [0,088; 0,140] |
| m | 0,720 [0,660; 0,749] | 0,661 [0,569; 0,691] | 0,696 [0,676; 0,723] | 0,753 [0,747; 0,789] |
| l interação | 0,270 [0,266; 0,299] | -0,020 [-0,028; 0,015] | 0,173 [0,158; 0,173] | -0,106 [-0,115; -0,090] |
| k interação | 0,010 [-0,001; 0,063] | -0,080 [-0,100; -0,018] | -0,092 [-0,095; -0,078] | 0,096 [0,078; 0,108] |
| m interação | -0,117 | 0,100 | 0,009 | -0,051 |

⁶³ Para cada uma das especificações, foram geradas dummies referentes à categoria em análise em relação aos demais tipos.

⁶⁴ Os autores estudam o efeito do surgimento da tecnologia do tipo Minimill. Para isso, utilizam um painel de 1498 plantas Integradas (vertically integrated) e semi-integradas (Minimill), referente ao período 1963-2002.

| | | | | |
|--------------------|----------------------|----------------|----------------|------------------|
| | [-0,163; - 0,078] | [0,084; 0,174] | [0,009; 0,031] | [-0,068; -0,038] |
| Retornos de Escala | 1,093 | 0,939 | 1,030 | 0,951 |
| N | 323 | 323 | 323 | 323 |

Nota: a) erros padrão robustos com cluster por empresa. Intervalo de confiança (95%) entre colchetes. b) Para cada uma das especificações, foram geradas dummies referentes à categoria em análise em relação aos demais tipos.

Em relação às interações entre os insumos e as dummies de categoria, apenas não foram significativas a interação de k com a dummy de categoria para o modelo das firmas integrada e da variável trabalho com a dummy das Semi-integradas. Isso seria um indício de que os coeficientes da função de produção apresentariam diferenças entre os grupos.

Destaca-se que seria inadequado estimar funções de produção com coeficientes específicos para as categorias utilizando a função Translog, pois, isso aumentaria consideravelmente a quantidade de variáveis explicativas do modelo, o que causaria problemas para a estimação, dado ao tamanho reduzido do banco de dados.

Dessa forma, como teste de robustez, foram estimados markups também para o modelo CB agregado e para o modelo CB com coeficientes variando por categoria (na Tabela 10). Observou-se que os markups estimados em ambos os casos foram bastante similares (Gráficos B.2 e B.3, no Apêndice), indicando que uma eventual heterogeneidade por categoria não afetou os resultados o suficiente para impactar na sua interpretação⁶⁵.

A Tabela 11 abaixo apresenta a média, mediana e o desvio padrão para as elasticidades do produto considerando-se o modelo base (modelo TL da Tabela 9), o qual corrige explicitamente o viés de seleção, relativamente a um modelo sem essa correção. Analisando-se a mediana, as elasticidades variam um pouco de um modelo para o outro. Exceto para a elasticidade do trabalho, os valores estimados com a correção foram ligeiramente maiores. Conforme enfatiza De Loecker, Goldberg, Khandelwal e Pavcnik (2016), a estabilidade dos coeficientes estimados com e sem a correção para o painel desbalanceado minimiza a preocupação com o viés de seleção, o que está de acordo com

⁶⁵ Contudo, comparando-se o modelo Translog com o Cobb-Douglas, há algumas diferenças. Por exemplo, as firmas do tipo Integradas apresentaram markups menores do que as Semi-integradas no modelo Translog, diferente do observado no modelo Cobb-Douglas.

Olley e Pakes (1996). Contudo, optou-se por utilizar o modelo com o probit, pois além de este retratar teoricamente o grande volume de saídas da base, há diferenças na produtividade e no markup com e sem a correção, apesar de a evolução dessa métricas ao longo do período ser semelhante (os Gráfico B.4 e B.5 do Apêndice).

É interessante notar que as elasticidades estimadas (modelo Translog com correção do viés de seleção, Tabela 11) para cada um dos insumos são bastante próximas às computadas para o setor siderúrgico nos trabalhos de Collard-Wexler e De Loecker (2013) e De Loecker, Goldberg, Khandelwal e Pavcnik (2016)⁶⁶. O primeiro artigo trata especificamente do setor siderúrgico dos Estados Unidos, utilizando a função Cobb Douglas e o trabalho como um insumo variável. Já o segundo estima funções de produção para vários setores da economia indiana no período 1989-2003 e considera o trabalho um insumo dinâmico para todos os setores, além de utilizar a função Translog. Em relação aos achados de Schor (2006), as elasticidades para a setor da siderurgia mostraram diferenças em relação ao do presente trabalho, devido, dentre outros fatores, às diferenças na especificação da função de produção e à suposição de que o trabalho é um insumo dinâmico (Vide Nota 55).

Tabela 11 – Elasticidades modelo com e sem probit - valor da produção

| | Com probit | Sem probit |
|-----------|--------------------------------------|----------------------------------|
| | <i>(média/mediana/desvio padrão)</i> | |
| Trabalho | 0,235 0,263 [0,245] | 0,295 0,309 [0,233] |
| Capital | 0,059 0,061 [0,078] | 0,046 0,051 [0,060] |
| Materiais | 0,720 0,708 [0,166] | 0,666 0,665 [0,094] |
| Retorno | 1,015 | 1,008 |

⁶⁶ No trabalho de Collard-Wexler e De Loecker (2013), as elasticidades do produto referente aos insumos l, k e m no modelo base (p.40) são, respectivamente, 0,274, 0,079 e 0,680. De Loecker, Goldberg, Khandelwal e Pavcnik (2016) estimam as elasticidades 0,14,0,01 e 0,77 para os insumos l, k e m no setor de metais básicos e de 018, 0,03 e 0,75 para a fabricação de metais (p.37).

1,052 **1,059**
 [0,168] [0,198]

Nota: a) as informações referem-se (nessa ordem) à média, mediana e desvio padrão, entre colchetes. b) para as estimações, foram utilizados os coeficientes da Tabela 9 (modelo translog). c) foram consideradas todas as firmas da base.

As diferenças entre as categorias observadas na seção 4.1 também são evidenciadas na Tabela 12, onde apresenta-se as elasticidades do produto por categoria.

Tabela 12 – Elasticidades por Categoria – modelo base Translog.

| | Integrada | Semi-integrada | Gusa de Mercado | Outros | Total |
|-----------|--------------------------------------|----------------|-----------------|---------|---------|
| | <i>(média/mediana/desvio padrão)</i> | | | | |
| Trabalho | 0,446 | 0,251 | 0,125 | 0,001 | 0,235 |
| | 0,475 | 0,312 | 0,140 | -0,018 | 0,263 |
| | [0,128] | [0,241] | [0,106] | [0,203] | [0,245] |
| Capital | 0,038 | 0,061 | 0,094 | 0,058 | 0,059 |
| | 0,031 | 0,067 | 0,101 | 0,058 | 0,061 |
| | [0,057] | [0,092] | [0,057] | [0,085] | [0,078] |
| Materiais | 0,629 | 0,736 | 0,768 | 0,783 | 0,720 |
| | 0,639 | 0,710 | 0,768 | 0,747 | 0,708 |
| | [0,126] | [0,179] | [0,104] | [0,185] | [0,166] |
| Retorno | 1,113 | 1,048 | 0,987 | 0,841 | 1,015 |
| | 1,103 | 1,097 | 0,996 | 0,874 | 1,052 |
| | [0,069] | [0,165] | [0,094] | [0,187] | [0,168] |

Nota: a) as estatísticas referem-se, respectivamente, à média, mediana e desvio-padrão, calculado a partir do modelo translog da Tabela 9. b) desvios padrão entre colchetes.

Todas as categorias, exceto a *Outros*⁶⁷, são mais intensivas na utilização de insumos intermediários e menos intensivas em capital. As empresas do tipo integradas apresentaram as maiores elasticidades em relação ao trabalho, ao passo que a categoria *gusa de mercado* destaca-se no uso do capital.

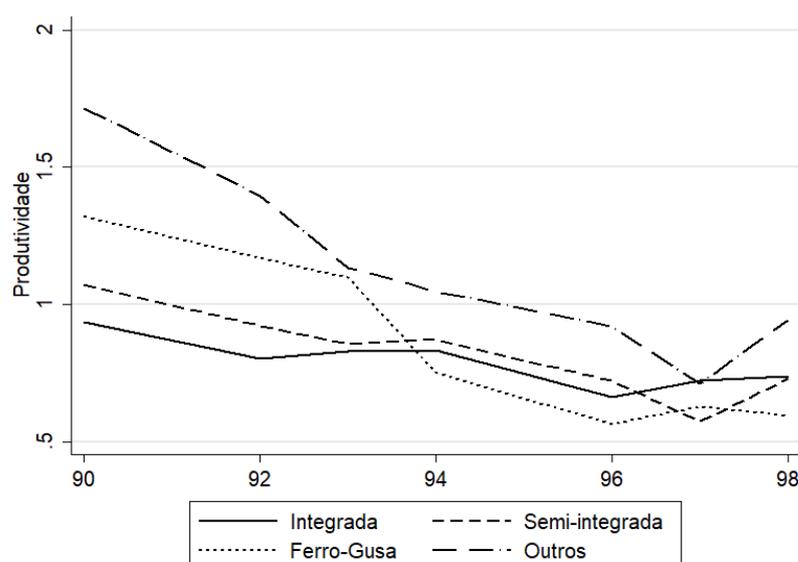
⁶⁷ A categoria *Outros* se diferencia das demais com valor reduzido para a média e mediana da elasticidade do trabalho e grande variabilidade dessa estatística (desvio padrão).

6.2. Produtividade total dos fatores da indústria siderúrgica brasileira

6.2.1. Evolução da produtividade total dos fatores

A partir dos coeficientes da função de produção Translog, apresentados na Tabela 9, estimou-se as produtividades por empresa. As produtividades do setor e por categoria foram calculadas como a média das produtividades por firma, ponderadas pelo valor da produção. Para efeito de comparação, o Gráfico C.1 do Apêndice C mostra a evolução das produtividades estimadas via função de produção Cobb-Douglas e Translog. Observa-se que ambas as metodologias indicam tendência de decréscimo da produtividade ao longo do tempo.

Gráfico 20 – Evolução da produtividade total dos fatores por categoria - média ponderada pelo valor da produção.



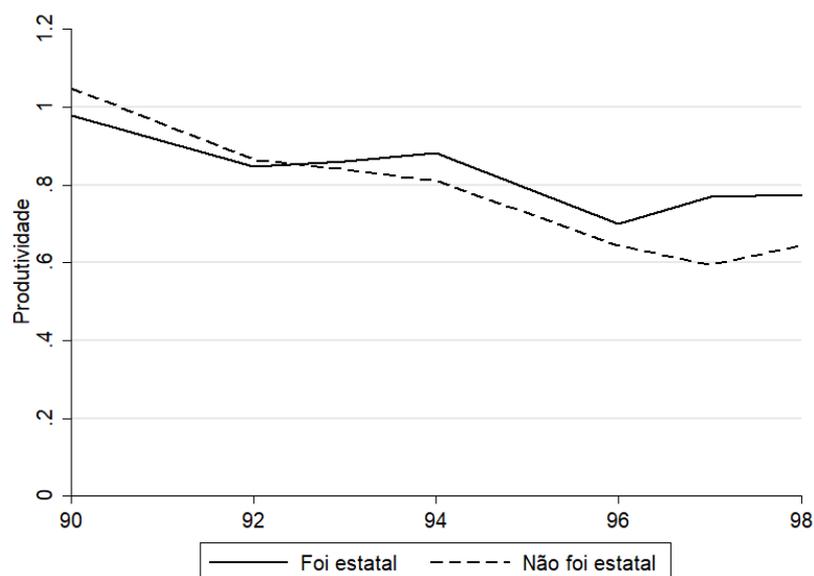
Observação: Valores em milhões de reais a preços de agosto/1994. Fonte: elaboração própria. Nota: a) as produtividades totais dos fatores foram estimadas a partir do modelo translog (Tabela 9). b) a média anual é ponderada pela participação das firmas no valor bruto da produção.

Para o período 1990-1996, foi observada tendência de redução da produtividade total dos fatores para todas as categorias, destacando-se a queda mais acentuada nas categorias Outros e Semi-integrada, ao passo que as Integradas sofreram menor impacto. Tal período coincide com a elevação dos preços relativos do aço no mercado doméstico, relativamente a outros produtos industriais, como apresentado na seção 4. Dessa forma,

o aumento dos preços relativos pode ter contribuído para essa queda da produtividade, na medida em que condições de preço mais favoráveis permitem que algumas empresas operem com uma menor produtividade.

Observa-se que as firmas do tipo Outros, em média, mostraram produtividades superiores às demais categoria em quase todos os anos. É importante destacar que, dentre as empresas que permaneceram na base em todo o período, apenas 6 mostraram crescimento da produtividade total dos fatores (4 integradas e 2 Semi-integradas). Para fins de ilustração, o Gráfico C.2 do Apêndice C indica que a tendência de redução da produtividade foi mais intensa para as firmas menores (menos de 1000 empregados).

Gráfico 21 – Evolução da produtividade total dos fatores - ex-estatais versus privadas.



Observação: Valores em milhões de reais a preços de agosto/1994. Fonte: elaboração própria. Nota: a) as produtividades totais dos fatores foram estimadas a partir do modelo translog (Tabela 6). b) a média anual é ponderada pela participação das firmas no valor bruto da produção.

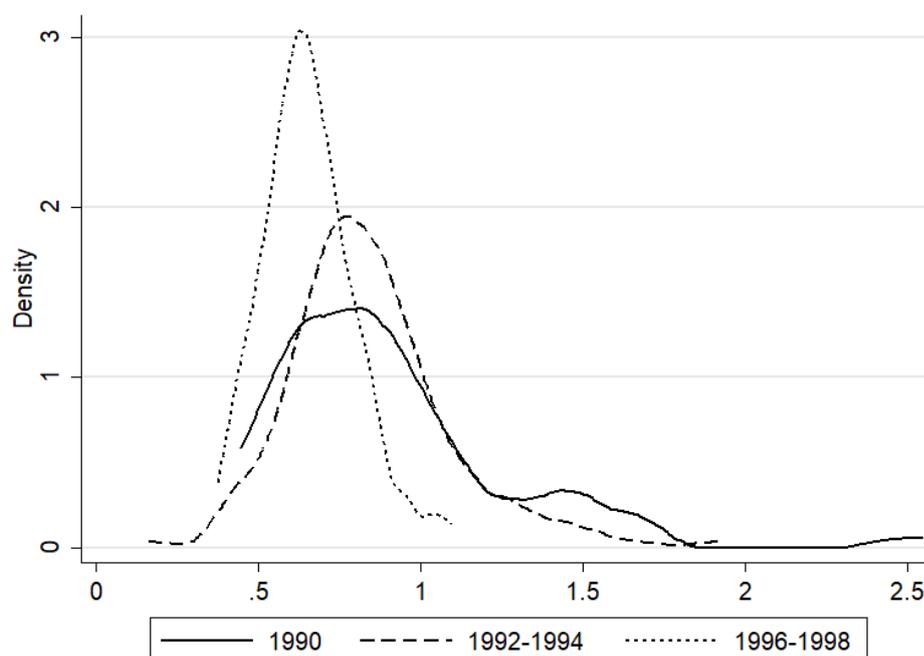
Conforme Gráfico 21, na maior parte do período, não se observa uma diferença marcante de produtividade entre as ex-estatais e as empresas que sempre foram privadas. Nos primeiros anos, as ex-estatais apresentam produtividade inferior, passando a superar as privadas no ano de 1993. A partir de 1996, a vantagem em termos de produtividade das ex-estatais se torna mais pronunciada.

No intuito de avaliar a distribuição da produtividade do setor siderúrgico nos períodos de 1990, 1992-1994 e 1996-1998 foi estimada a distribuição do logaritmo da

produtividade média das firmas através da densidade de Kernel, apresentada no Gráfico 22. Como o setor mostrou tendência de decrescimento da produtividade média das firmas, a distribuição se deslocou para a esquerda ao longo do tempo. Pontua-se que a distribuição se torna cada vez mais leptocúrtica. Ademais, é relevante destacar que, apesar da tendência de redução da produtividade do setor no período, a participação do 25% das firmas mais produtivas subiu entre 1990 e 1998, ao passo que das 25% menos produtivas mostrou diminuição (Tabela C.1, Apêndice C).

Por outro lado, o nível de dispersão da produtividade se reduziu drasticamente, indicando que, apesar da queda na produtividade, ocorreu uma melhoria da eficiência alocativa no setor, já que a dispersão da produtividade total dos fatores é considerada na literatura como uma medida de *misallocation* (Hsieh e Klenow, 2009).

Gráfico 22 – Estimativa da densidade da produtividade intrasetorial.



Fonte: elaboração própria. Nota: a) a média anual foi ponderada pela participação das firmas no produto.

6.2.2. Decomposição da média ponderada da produtividade

Para melhor avaliar a tendência de queda da produtividade do setor siderúrgico na década de 1990, foi utilizada a seguinte decomposição, adaptada de De Loecker, Eeckhout e Unger (2020)⁶⁸ :

$$\Delta \omega_t^I = \underbrace{\sum_i s_{i,t-1} \Delta \omega_{it}}_{\Delta \text{Within}} + \underbrace{\sum_i \tilde{\omega}_{i,t-1} \Delta s_{it}}_{\Delta \text{Market share}} + \underbrace{\sum_i \Delta \omega_{it} \Delta s_{i,t}}_{\text{Cross}} + \underbrace{\sum_{i \in \text{Entry}} \tilde{\omega}_{i,t} s_{i,t} - \sum_{i \in \text{Exit}} \tilde{\omega}_{i,t-1} s_{i,t-1}}_{\text{Entrada líquida}} \underbrace{\hspace{10em}}_{\Delta \text{Realocação}}$$

onde $\omega_t^I = \sum_i s_{it} \omega_{it}$ é a produtividade média da indústria no ano t , em que s_{it} é a participação de cada empresa i no total da produção e ω_{it} é a produtividade total dos fatores de cada empresa. Além disso, temos que $\Delta \omega_{it} = \omega_{it} - \omega_{it-1}$, $\Delta s_{it} = s_{it} - s_{it-1}$, $\tilde{\omega}_{it} = \omega_{it} - \omega_{t-1}^I$ e $\tilde{\omega}_{it-1} = \omega_{it-1} - \omega_{t-1}^I$ ⁶⁹.

- 1- Δwithin mede a variação média atribuída à produtividade, mantendo o market share constante em $t-1$;
- 2- $\Delta \text{reallocation}$ captura a realocação da atividade econômica. Possui 2 componentes: a) variação do market share, mantendo a produtividade fixa em $t-1$ ($\sum_i \tilde{\omega}_{i,t-1} \Delta s_{it}$). Se esse termo apresentar crescimento, há evidências de que as firmas com produtividades elevadas apresentaram tendência de crescimento no market share superior. b) termo cruzado ($\sum_i \Delta \omega_{it} \Delta s_{i,t}$), o qual mensura a variação conjunta da produtividade e no market share.
- 3- Net Entry mensura o efeito líquido da entrada e da saída e, assim, captura a mudança na composição das firmas no mercado. Por exemplo, se as firmas entrantes apresentarem produtividade superior a das empresas que

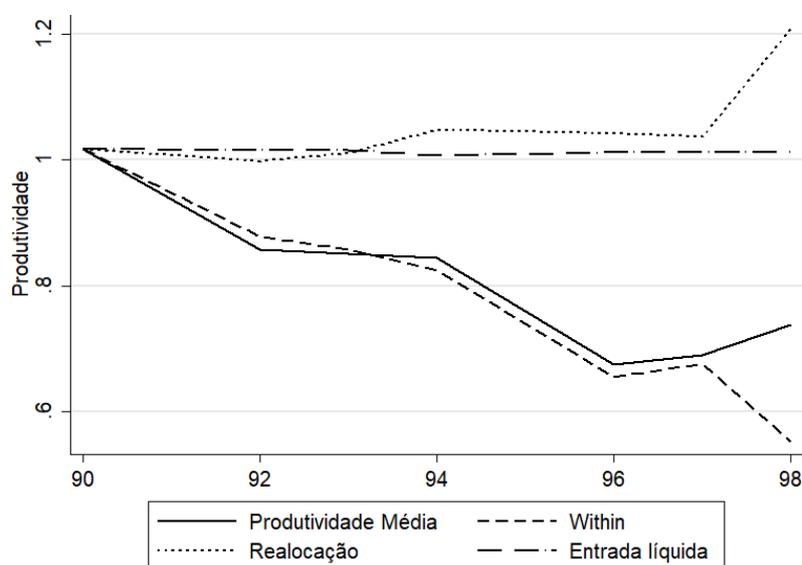
⁶⁸ Os autores utilizam decomposição semelhante para avaliar o markup, baseada no trabalho de Foster, Haltiwanger e Krizan (2001) que apresentam metodologia de decomposição da produtividade total do trabalho.

⁶⁹ Como em De Loecker, Eeckhout e Unger (2020) e Haltiwanger (1997), subtraiu-se a produtividade média da indústria (ponderado pelo produto) em $\tilde{\omega}_{i,t}$ e $\tilde{\omega}_{i,t-1}$ para identificar o papel da realocação.

permanecem no mercado, e/ou as empresas que saem apresentarem produtividade inferior, esse termo será positivo.

A Tabela C.2 do Apêndice C mostra os resultados da decomposição por ano, onde observa-se que apenas nos períodos 1996-1997 e 1997-1998, destacando-se esse último, houve crescimento da produtividade. Para facilitar a interpretação, apresenta-se a produtividade média decomposta nos componentes acima de forma cumulativa⁷⁰ (Gráfico 23), relativamente ao nível inicial de produtividade em 1990.

Gráfico 23 – Decomposição da produtividade total dos fatores.



Observação: Valores em milhões de reais a preços de agosto/1994. Fonte: elaboração própria.

Observa-se que, até 1997, efeito *within*, ou seja, a queda da produtividade das firmas, dada sua participação, explicava a quase totalidade da variação negativa da produtividade. Em 1998, no entanto, ocorreu um forte efeito de realocação, o que decorreu principalmente do termo *cross*⁷¹, com empresas cujas produtividades estavam

⁷⁰ Essa forma de apresentação representa um estudo contrafactual. Por exemplo, a linha do termo *within* demonstra o efeito sobre a produtividade média, se existisse apenas esse efeito. O mesmo raciocínio é válido para os demais componentes.

⁷¹ No período 1997-1998, ambos os termos (variação do *market share* e termo cruzado) mostram contribuição positiva para o crescimento da média da produtividade total dos fatores do setor, destacando-se o termo *cross*.

umentando tendo apresentado uma elevação em sua participação de mercado e aquelas para as quais a produtividade estava caindo houve redução na participação no mercado. Ressalta-se que, em 1998, ocorreu uma forte elevação do nível de concentração no setor, conforme apontando anteriormente na Tabela 4. Além disso, observa-se que, apesar da grande movimentação de saídas no período (Tabela A.1, no Apêndice A), essa dinâmica não resultou em efeitos significativos sobre a produtividade média do setor. A Tabela C.2 indica que o efeito acumulado desse efeito é negativo. Isso se deveu ao fato de que a maior parte das saídas aconteceu para empresas semi-integradas e outras, que possuíam produtividade um pouco acima da média das empresas que permaneceram. Além disso, durante todo o período, foram observadas quatro entradas, a maioria produtores de ferro gusa, que possuíam produtividade um pouco abaixo da média das demais empresas.

O Gráfico C.3 do Apêndice C apresenta os resultados da decomposição considerando-se as categorias de forma separada. Observa-se que os resultados foram, em geral, similares aos do Gráfico 23. Contudo, há algumas diferenças entre os grupos. Para as Integradas (Painel A), destaca-se também o efeito realocativo de 1994, o qual foi similar ao de 1998. As produtoras de gusa de mercado (Painel C), apesar de apresentarem comportamento muito similar ao das Integradas, não observaram intenso efeito realocativo ao final do período. Por fim, mesmo com o grande número de saídas de firmas do tipo Semi-Integradas e Outras, o efeito positivo⁷² de entrada líquida observado nessas categorias foi menos representativo em termos agregados do que a variação negativa da produtividade individual das firmas.

Schor (2006) aplica uma adaptação da decomposição estática da produtividade⁷³ desenvolvida por OP (1996), a qual não considera o efeito da entrada e saída de firmas da base, para avaliar a variação da produtividade em setores da manufatura no período 1986-1998. Em relação à Siderurgia, o crescimento da produtividade agregada é explicado principalmente pelo termo de covariância positiva entre a produtividade e parcela da

⁷² Para as categorias Outros e Semi-integradas, o efeito agregado positivo da entrada líquida refere-se à saída das firmas menos produtivas em relação à média de cada grupo. Além disso, em termos percentuais, o termo de entrada líquida impactou mais as firmas do tipo Outros. Contudo, esse efeito foi superado pela contribuição negativa do termo de realocação da referida categoria.

⁷³ $prod\ setor_i = \bar{pr}_t + \sum_{i=1}^N (s_{it} - \bar{s}_t)(pr_{it} - \bar{pr}_t)$. $prod\ setor_i$ é a média da produtividade do setor ponderada pela participação das firmas no total da produção do setor. O primeiro termo da decomposição é a média não ponderada da produtividade das firmas e o segundo representa a correlação entre o nível de produtividade e a parcela de produção das firmas no setor (alocação da produção em firmas mais eficientes).

produção, com menor participação da média simples da produtividade da firma. Sobre esse resultado, frisa-se que o período avaliado pela autora é diferente ao da presente pesquisa, incluindo dados de 1986-1989, período anterior ao processo de privatização e com cenário econômico diferenciado, caracterizado por maior protecionismo relativamente ao período 1990-1998.

6.3. Markup para o Setor Siderúrgico na década de 1990

6.3.1. Evolução dos markups do setor siderúrgico por categoria e mercado

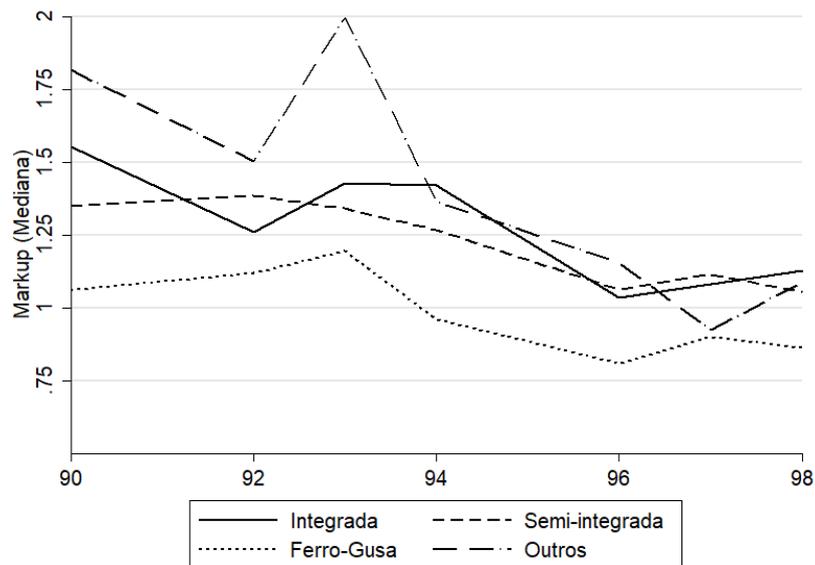
Conforme sintetiza o Gráfico 24⁷⁴, todas as categorias mostraram tendência de decréscimo do markup. Ademais, as firmas classificadas como Outros apresentaram maiores markups, seguidas pelas Semi-integradas e Integradas⁷⁵. A categoria Ferro Gusa demonstrou a menor capacidade de cobrar preço acima do custo marginal.

Observa-se tendência de convergência dos markups ao final do período. Das empresas incumbentes, apenas 5 mostraram alguma tendência de crescimento do markup, sendo 3 integradas e 2 semi-integradas.

Gráfico 24 – Evolução do markup (mediana) por categoria.

⁷⁴ Os valores também estão representados na Tabela D.1, no Apêndice.

⁷⁵ Collard-Wexler, De Loecker (2013) também observaram que os markups (média ponderada pela participação no produto) das firmas semi-integradas foram, em geral, superiores aos das integradas.

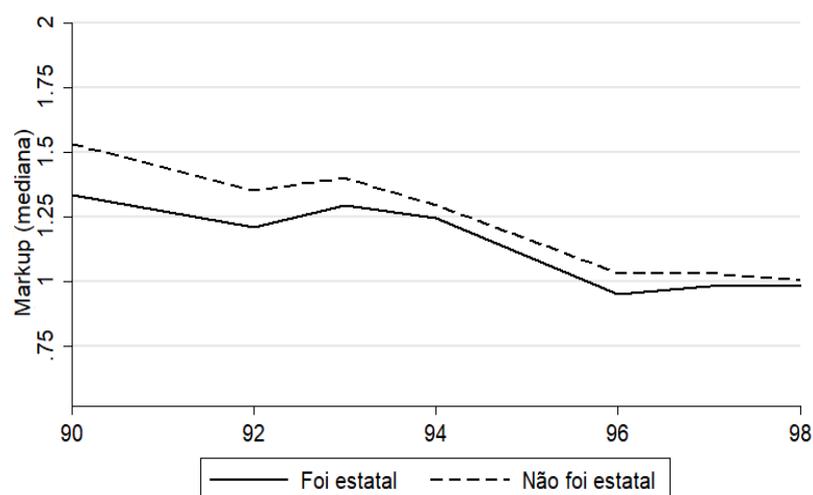


Fonte: elaboração própria. Nota: Foi utilizado o modelo Translog da Tabela 9.

Os markups das Integradas e das Semi-integradas apresentam evolução bastante similar. Frisa-se que o modelo Cobb-Douglas (Tabela 9) indica markups maiores para as Integradas, diferentemente do modelo Translog, principalmente no ano de 1990 (Gráfico B.2, no Apêndice B). Entretanto, a Cobb-Douglas não permite avaliar a variação dos markups ao longo do tempo, já que a mesma estima uma elasticidade constante do produto em relação ao insumo variável.

Salienta-se que a diferença entre as Integradas e Semi-integradas não é estatisticamente significativa, conforme Quadros D.1 e D.2 do Apêndice D, que apresenta testes de diferença de médias dos markups entre categorias. Contudo, as categorias ferro gusa e outros apresentam markups que diferem estatisticamente entre si e em relação as integradas e semi-integradas.

Gráfico 25 – Evolução do markup (mediana) – ex-estatais versus privadas.



Fonte: elaboração própria. Nota: o termo “Foi estatal” refere-se às firmas que passaram do controle do Estado para a iniciativa privada e “Não foi estatal” sempre foram privadas.

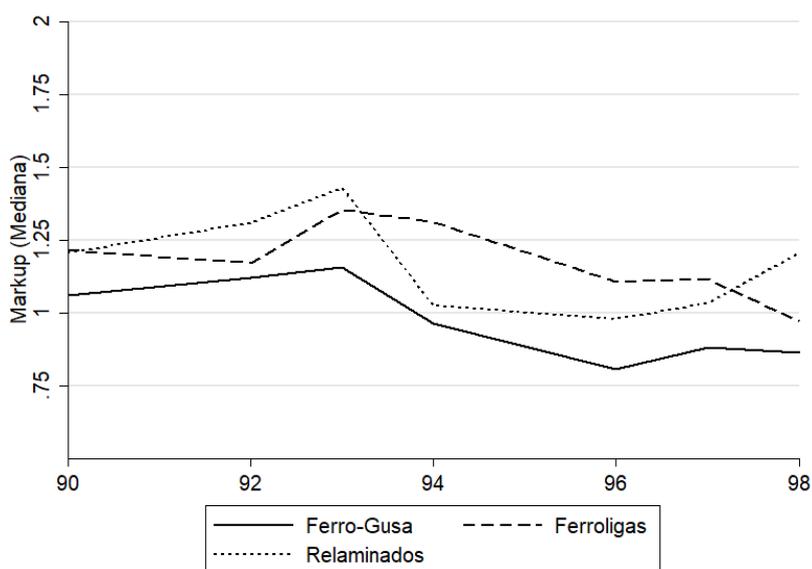
Diferentemente da evolução da produtividade, as empresas que sempre foram privadas indicaram maior capacidade de cobrar o preço acima do custo marginal do aquelas que já estiveram sobre o controle estatal. Entretanto, a diferença entre os dois grupos se reduz ao longo do tempo, sendo mais pronunciada apenas no início do período (1990-1993), o qual corresponde ao período em que ocorreram as privatizações. É importante destacar que, o modelo Cobb-Douglas da Tabela 9, conforme Gráficos B.2 e B.3, indicou resultado oposto, com as ex-estatais apresentando markups maiores. Todavia, consoante Quadros D.1 e D.2, essa diferença não é estatisticamente significativa.

Os Gráficos Gráfico 26 e Gráfico 27 apresentam markups estimados para os principais produtos, considerando a CNAE da atividade principal de cada empresa. De maneira a facilitar a visualização, os produtos são apresentados em dois gráficos diferentes, com os produtos de markup inicialmente mais baixo no Gráfico 26 e os de markup inicialmente mais alto Gráfico 27. Considerando-se as atividades principais das firmas, mostraram os menores markups a produção de ferro gusa, ferroligas e de relaminados, trefilados e perfilados de aço. Conforme esperado, a fabricação de ferro gusa apresenta a menor capacidade de cobrar o preço acima do custo marginal, por se tratar de um insumo homogêneo utilizado na produção do aço. Mesmo para esses produtos, que já apresentavam markups mais baixos, observa-se uma tendência de queda no período. Os

produtos caracterizados como de maiores markups são laminados planos, laminados longos e produtos de trefilados de metal. Destaca-se uma forte queda dos markups de laminados planos e laminados longos no período. No caso dos produtos de trefilados, no entanto, o markup permaneceu relativamente mais alto até o final do período.

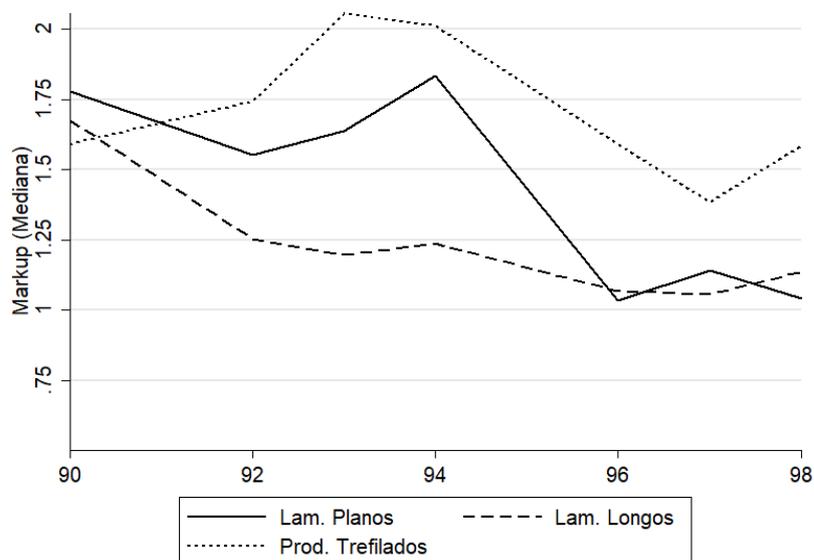
Pontua-se que o setor de laminados planos, inicialmente mais controlado pelo Estado, apresentava markups inicialmente bastante elevados, consistente com a interpretação de De Paula (2004), segundo a qual o próprio governo evitava um acirramento da concorrência do setor, de maneira a não prejudicar a sobrevivência das empresas. Ao longo da década, observou-se um decréscimo dos markups nesse mercado, assim como no de laminados longos.

Gráfico 26 – Evolução do markup (mediana) por produto - produtos de menor markup.



Fonte: elaboração própria. Nota: os produtos apresentados no gráfico se referem às CNAEs 2.0: 24.11-3 Produção de ferro-gusa; 24.12-1 Produção de ferroligas; e 24.24-5 Produção de relaminados, trefilados e perfilados de aço. As CNAEs se referem à atividade principal da empresa.

Gráfico 27 – Evolução do markup (mediana) por produto - produtos de maior markup.

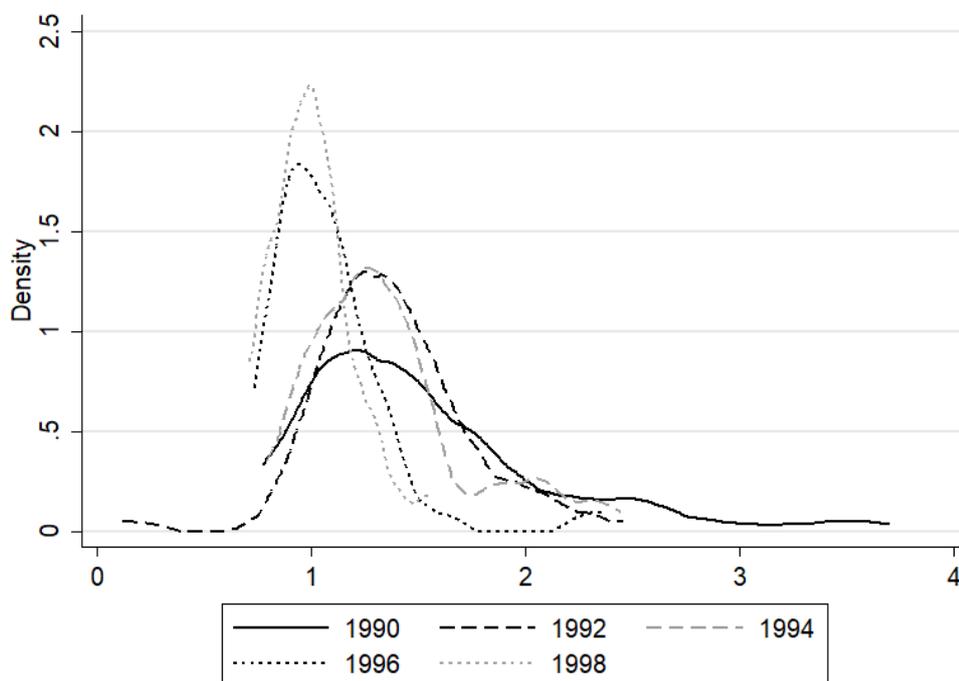


Fonte: elaboração própria. Nota: os produtos apresentados no gráfico se referem às CNAEs 2.0: 24.22-9 Produção de laminados planos de aço; 24.23-7 Produção de laminados longos de aço; e 25.92-6 Fabricação de produtos de trefilados de metal. As CNAEs se referem à atividade principal da empresa.

6.3.2. Distribuição dos Markups

Visto que a estimação de markups a partir de uma função de produção do tipo Translog possibilita calcular tal estatística para cada empresa da amostra, torna-se possível avaliar a evolução de sua distribuição ao longo dos anos. Nesse sentido, o Gráfico 28 apresenta a densidade de Kernel para os anos pares do período considerado.

Gráfico 28 – Estimativa da densidade do markup intrasetorial – períodos selecionados.



Fonte: elaboração própria. Nota: densidade de Kernel (não ponderada).

Nota-se que a dispersão da distribuição dos markups se reduziu ao longo do tempo. Em particular, a cauda superior se tornou menos encorpada e mais curta, adquirindo a distribuição uma forma cada vez mais leptocústica. As distribuições parecem indicar três momentos diferentes. Em 1990, uma parcela relativamente grande das empresas apresentava markups bastante elevados. As distribuições do período 1992-1994, por sua vez, são bastante similares e já apresentam menor dispersão, mas com markups médios ainda relativamente mais altos. Já no período 1996-1998, as distribuições se tornam ainda menos dispersas e com markups relativamente baixos, mais próximos de 1⁷⁶.

6.3.3. *Decomposição do markup*

⁷⁶ Apenas para fins de ilustração, a Tabela C.1 do Apêndice C mostra a participação na produção das firmas com os 25% maiores e menores markups em 1990 e 1998. Destaca-se a redução na participação de ambos.

De forma similar à seção 5.2.2, o decrescimento da média ponderada do markup foi decomposto em relação à variação do markup em si mesmo e nos componentes relacionados à realocação da atividade econômica e da entrada e saídas das firmas:

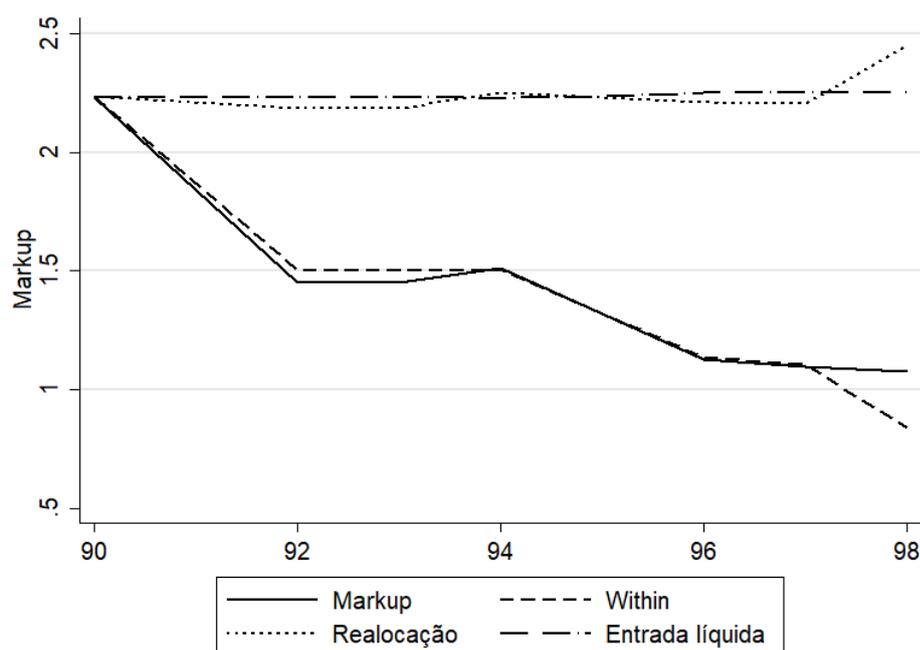
$$\begin{aligned} \Delta \boldsymbol{\mu}^I_t = & \underbrace{\sum_i s_{i,t-1} \Delta \mu_{it}}_{\Delta \text{Within}} + \underbrace{\sum_i \tilde{\mu}_{i,t-1} \Delta s_{it}}_{\Delta \text{Market share}} + \underbrace{\sum_i \Delta \mu_{it} \Delta s_{i,t}}_{\text{Cross}} \\ & \underbrace{\sum_{i \in \text{Entry}} \tilde{\mu}_{i,t} s_{i,t} - \sum_{i \in \text{Exit}} \tilde{\mu}_{i,t-1} s_{i,t-1}}_{\text{Entrada líquida}} \end{aligned}$$

onde $\boldsymbol{\mu}^I_t = \sum_i s_{it} \mu_{it}$ é o markup médio do setor siderúrgico e s_{it} é a participação de cada empresa i no total da produção no ano t . $\Delta \mu_{it} = \mu_{it} - \mu_{it-1}$, $\Delta s_{it} = s_{it} - s_{it-1}$ $\tilde{\mu}_{it} = \mu_{it} - \boldsymbol{\mu}^I_{t-1}$ e $\tilde{\mu}_{it-1} = \mu_{it-1} - \boldsymbol{\mu}^I_{t-1}$ ⁷⁷. Os termos da decomposição possuem interpretação similar aos da decomposição da produtividade⁷⁸. O Gráfico 29 apresenta os resultados da decomposição, de maneira cumulativa:

⁷⁷ Como em De Loecker, Eeckhout e Unger (2020) e Haltiwanger (1997), subtraiu-se o markup médio da indústria (ponderado pelo produto) em $\tilde{\omega}_{i,t} - \tilde{\omega}_{i,t-1}$ para identificar o papel da realocação.

⁷⁸ Os resultados da decomposição por período também são apresentados na Tabela D.3 e Gráfico D.1 do apêndice D.

Gráfico 29 – Decomposição do markup.



Fonte: elaboração própria.

Observa-se que o efeito within respondeu pela quase totalidade da variação do markup médio do setor. Contudo, ao final do período, houve um intenso efeito positivo no termo de realocação. Conforme ressaltado anteriormente, no ano de 1998, ocorreu uma forte expansão do grau de concentração no setor. Assim, como no caso da decomposição da produtividade, o efeito positivo da realocação decorreu do termo *Cross*, o que indica a redução (aumento) do market share das firmas cujos markups estão caindo (subindo). Todavia, é relevante frisar que, considerando-se todo o período (com destaque para 90-92 e 94-96), o efeito do termo Δ Market share foi negativo, o que indica a redução do market share das firmas com markups acima da média do setor, considerando o markups fixo em t-1.

De Loeker, Eeckhout e Unger (2020) argumentam que a componente de entrada líquida pode ser afetada pelo fato de o painel de firmas ser desbalanceado e pela diferença entre o número de firmas que entram e que saem. Além disso, segundo os autores, o termo também seria influenciado por fusões e aquisições. Entretanto, no caso do presente banco de dados, apesar do grande volume de saídas, sendo algumas relacionadas a fusões e aquisições, o referido termo teve importância mínima.

O Gráfico D.2 do Apêndice D apresenta os resultados da decomposição para cada um dos tipos de firmas (Integrada, Semi-integrada, Ferro gusa e Outros). Para todas as categorias, o efeito acumulado negativo do termo *within* foi o maior responsável pelo decréscimo do markup médio do grupo na década de 1990. Todavia, há algumas diferenças no comportamento das componentes da decomposição. As Integradas (Painel A) apresentaram efeito realocativo positivo relevante no período 93-94. Nota-se que a categoria Ferro Gusa (Painel C) mostrou comportamento muito similar ao das Integradas, à exceção do impacto do termo de realocação entre os anos 93-94. Em relação às Semi-integradas (Painel B), sobressaiu-se o efeito realocativo de 97-98, determinado principalmente pelo termo *Cross*. Todavia, apesar do grande volume de saídas nessa categoria, o impacto positivo do termo de entrada líquida foi próximo de zero. Por fim, a categoria Outros foi a única que apresentou resultado negativo para a componente de realocação, principalmente em função do termo $\Delta Market share$. Assim como para as Semi-integradas, a influência positiva do termo de entrada líquida⁷⁹ foi diminuta, apesar do grande número de saídas.

Considerações finais

O contexto da primeira metade da década de 1990 foi marcado por elevada inflação, a qual vinha acompanhada também por elevada intervenção do Estado nos preços de diversos setores da economia. Nesse contexto, é provável que a privatização, e não apenas a abertura comercial, tenha resultado em um acirramento da concorrência do setor. Entretanto, observou-se que a evolução tanto da produtividade quanto dos markups foi similar para as ex-estatais e demais empresas.

Observou-se também que a maioria das empresas que participam apenas das etapas finais da cadeia (siderúrgicas semi-integradas e a categoria outros, composta principalmente por fabricantes de produtos de metal)⁸⁰ sofreram um maior baque, com um elevado percentual de saída, ao passo que, para as empresas que atuam nas etapas

⁷⁹ Nota-se que o valor positivo para o termo de entrada líquida para as semi-integradas e Outras denota do fato de que as firmas que saíram mostraram markup abaixo da média de cada categoria.

⁸⁰ As categorias Semi-integrada e Outros não participam da primeira etapa de produção do Aço (Redução), referente à produção do ferro gusa.

iniciais (siderúrgicas integradas e produtores de ferro gusa), o percentual de saídas foi substancialmente menor.

Embora alguns estudos ressaltem a ampliação da concentração do mercado siderúrgico brasileiro na década de 1990, com uma conseqüente preocupação em termos de seu efeito sobre a dinâmica competitiva do setor, observou-se, no presente estudo, uma consistente queda dos markups ao longo da década, juntamente a uma redução da dispersão tanto dos markups quanto da produtividade. Tal observação indica uma melhoria da eficiência alocativa no setor siderúrgico (menor *misallocation*), mas tal melhoria não foi suficiente para induzir um ritmo de crescimento mais elevado da produtividade no setor.

A decomposição tanto da produtividade como do markup indicou que o termo $\Delta Within$, ou seja, o decrescimento, respectivamente, da produtividade e do markup individual das firmas foi preponderante para explicar a variação dessas duas variáveis ao longo do tempo. O termo de realocação, mostrou-se relevante e com impacto positivo, aumentando markups e produtividade, no período 97-98, o qual coincide com um crescimento forte da concentração no mercado. Ademais, diferente do esperado, o efeito de entrada líquida foi ínfimo, apesar do elevado percentual de empresas que deixaram o mercado.

Mesmo para os segmentos das semi-integradas e outros, que apresentaram o maior percentual de saídas, o impacto das saídas foi pequeno, embora positivo. Entretanto, no agregado, do setor siderúrgico, o impacto das saídas sobre a produtividade e markups foi irrelevante. Isso se deve ao fato de que as empresas que deixaram o mercado eram de menor produtividade em seu segmento (semi-integradas e outros), mas sua produtividade era similar à média da siderurgia como um todo. O mesmo raciocínio é válido para os markups.

Collard-Wexler e De Loecker (2013), em análise para o caso norte-americano, observam uma forte vantagem competitiva para as empresas semi-integradas, as quais eram mais produtivas e possuíam maiores markups do que as integradas. Dessa forma, sua expansão levou a um aumento da produtividade no setor, provocando a saída de

indústrias integradas menos produtivas⁸¹. O caso brasileiro, no entanto, foi bastante diverso, pelo menos no que tange à década de 1990. Embora também fossem mais produtivas que as integradas, as empresas semi-integradas tiveram mais dificuldade que as primeiras em sobreviver ao período de acirramento da concorrência. De fato, Andrade, Cunha e Gandra (2000) argumentam que o Brasil se inclina para manter sua produção principalmente no modelo integrado⁸², o qual seria favorecido no país pelos seguintes fatores principais: 1) oferta abundante, alta qualidade e baixo custo do minério de ferro; 2) dificuldades de oferta de sucata; 3) alto custo da energia elétrica e 4) custos favoráveis da mão de obra.

Por fim, destaca-se a relevância do presente trabalho no sentido de complementar as análises do setor siderúrgico na década de 1990, em que a maioria dos estudos focam nos acontecimentos históricos do período e, em especial, no impacto da privatização e da abertura comercial sobre a redução da força de trabalho e da produtividade do trabalho. Poucos são os trabalhos que analisam esse período à luz da evolução da produtividade total dos fatores e da evolução do poder de mercado das empresas.

⁸¹ A análise desses autores atribui quase metade do crescimento da produtividade observado na siderurgia norte-americana, no período 1963-2002, ao surgimento das indústrias semi-integradas (*minimills*). Esse setor foi um dos que apresentaram maior crescimento da produtividade no período (Collard-Wexler e De Loecker (2015).

⁸² Baseada em altos-fornos do tipo *blast furnace/blown oxygen furnace*.

Referências bibliográficas

- ACKERBERG, Daniel A.; CAVES, Kevin; FRAZER, Garth. Identification properties of recent production function estimators. *Econometrica*, v. 83, n. 6, p. 2411-2451, 2015.
- ANDRADE, Maria Lúcia Amarante; CUNHA, Luiz Maurício da Silva, GANDRA, Guilherme Tavares. Reestruturação na Siderurgia. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, n.9, p. 3-44, 1999a.
- _____. Panorama da indústria mundial de ferroligas. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, 1999b.
- _____. A Ascensão das mini-mills no cenário siderúrgico mundial. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, n. 12, setembro, 2000. p. 51-76.
- ANDRADE, Maria Lucia Amarante; CUNHA, Luiz Maurício da Silva. *BNDES 50 Anos- Histórias Setoriais: O Setor Siderúrgico*. BNDES: Rio de Janeiro, 2002.
- AUTOR, David; DORN, David; KATZ, Lawrence; PATTERSON, Christina; VAN REENEN, John. The fall of the labor share and the rise of superstar firms. *The Quarterly Journal of Economics*, v. 135, n. 2, p. 645-709, 2020.
- ÁVILA, Carla; BRITTO, Gustavo; ÁVILA, Jorge. O que determina a mudança estrutural? Quantificando os impactos dos mercados interno e externo. *Cedeplar*, Universidade Federal de Minas Gerais. Texto para Discussão n.568, 2017.
- BAS, Maria. Input-trade liberalization and firm export decisions: Evidence from Argentina. *Journal of Development Economics*, v. 97, n. 2, p. 481-493, 2012.
- BUGARIN, Mirta S. ELLERY Jr., Roberto; GOMES, Victor; TEIXEIRA, Arilton. The Brazilian Depression in the 1980s and 1990s. In: KEHOE, Timothy Jerome et al. *Great depressions of the twentieth century*. Minneapolis: Research Department, Federal Reserve Bank of Minneapolis, 2007.
- CADE. Conselho Administrativo de Defesa Econômica. Indústria Siderúrgica. *Cadernos do CADE*. Brasília/DF. Abril, 2022.

- CARVALHO, Leonardo Jabour Lott. Otimização de mistura de minérios para composição de carga na produção de ferro ligas: o caso da Companhia Paulista de Ferro Ligas. Escola de Minas/Universidade de Ouro Preto: Ouro Preto/MG, 2003.
- CERCEAU, Junia. Estratégias de internacionalização: um estudo comparativo de casos de empresas do setor siderúrgico. Faculdade de Ciências Econômicas/UFMG: Belo Horizonte/MG. Dissertação de Mestrado, 2001.
- COLLARD-WEXLER, Allan; DE LOECKER, Jan. Reallocation and technology: Evidence from the US steel industry. *American Economic Review*, v. 105, n. 1, p. 131-171, 2015.
- CINTRÃO, Matheus G. Abertura comercial, preços e *markups*: uma análise da indústria siderúrgica brasileira da década de 1990. Brasília: Universidade de Brasília. Dissertação de Mestrado, 2022.
- DE LOECKER, Jan, GOLDBERG, Pinelopi K., KHANDELWAL, Amit K., PAVCNIK, Nina. Prices, markups, and trade reform. *Econometrica*, v. 84, n. 2, p. 445-510, 2016.
- DE LOECKER, Jan; SCOTT, Paul. Markup Estimation using Production and Demand Data. An Application to the US Brewing Industry. Working paper, 2022.
- DE PAULA, Germano Mendes. Competitividade da Indústria Siderúrgica. Nota Técnica Setorial do Complexo Metal-Mecânico. FINEP/Ministério da Ciência e Tecnologia: Campinas/SP, 1993.
- _____. Estudo da Competitividade de Cadeias Integradas no Brasil: impactos das zonas de livre comércio (cadeia siderúrgica). Campinas: IE-Unicamp. Relatório Técnico, 2002.
- _____. Competition policy and the legal system in Brazil: The experience of the steel industry. Working Paper Series. Institute for Development Policy and Management/University of Manchester. Paper No. 87, 2004.
- DE RIDDER, Maarten; GRASSI, Basile; MORZENTI, Giovanni. The Hitchhiker's Guide to Markup Estimation. Centre for Economic Policy Research. Working paper, 2022.

- FERNANDES, R. O. Consolidação da siderurgia brasileira. Monografia (Graduação em Economia). Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.
- FOSTER, Lucia; HALTIWANGER, John C.; KRIZAN, Cornell John. Aggregate productivity growth: Lessons from microeconomic evidence. In: HULTEN, Charles R.; DEAN, Edwin R.; HARPER, Michael (Ed.). New developments in productivity analysis. University of Chicago Press, 2001. p. 303-372.
- GOMES, Victor; RIBEIRO, Eduardo. Produtividade e competição no mercado de produtos: uma visão geral da manufatura no Brasil. In: DE NEGRI, Fernanda Organizadora; CAVALCANTE, Luiz Ricardo Organizador. Produtividade no Brasil: desempenho e determinantes, volume 2: determinantes. 2015.
- HALL, Robert E. Market structure and macroeconomic fluctuations. *Brookings Papers on Economic Activity*, v. 1986, n. 2, p. 285-338, 1986.
- HALL, Robert E. The relation between price and marginal cost in US industry. *Journal of Political Economy*, v. 96, n. 5, p. 921-947, 1988.
- HALTIWANGER, John. Measuring and analyzing aggregate fluctuations: the importance of building from microeconomic evidence. *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, n. May, p. 55-78, 1997.
- HSIEH, Chang-Tai; KLENOW, Peter J. Misallocation and manufacturing TFP in China and India. *The Quarterly Journal of Economics*, v. 124, n. 4, p. 1403-1448, 2009.
- IAB. Instituto Aço-Brasil. Relatório de Sustentabilidade, 2010.
- KUME, Honório; PIANI, Guida; SOUZA, Carlos. A política brasileira de importação no período 1987-98: descrição e avaliação. Em: CORSEUIL, Carlos Henrique; KUME, Honorio. (Org.). *A abertura comercial brasileira nos anos 1990: impacto sobre emprego e salário*. 1ª ed. Rio de Janeiro: Ipea, v. 1, p. 9-37, 2003.
- KUME, Honório; SOUZA, Carlos. A política cambial e o desempenho do comércio exterior brasileiro no período 1990-1998. Em: CORSEUIL, Carlos Henrique; KUME, Honorio. (Org.). *A abertura comercial brasileira nos anos 1990: impacto sobre emprego e salário*. 1ª ed. Rio de Janeiro: Ipea, v. 1, p. 69-85, 2003.

- LEVINSOHN, James; PETRIN, Amil. Estimating production functions using inputs to control for unobservables. *The Review of Economic Studies*, v. 70, n. 2, p. 317-341, 2003.
- MELITZ, Marc. Estimating firm-level productivity in differentiated product industries. Mimeo, Harvard University, 2000.
- MELITZ, Marc J. The impact of trade on intra-industry reallocations and aggregate industry productivity. *Econometrica*, v. 71, n. 6, p.1695-1725, 2003.
- MELO, Tatiana Massaroli de; CARVALHO, C. L. Diferenciação de Preços como Estratégia de Reação ao Novo Protecionismo: o caso da siderurgia brasileira no período de 1990 a 2002. *Anais do XXXIV Encontro Nacional de Economia*, 2006.
- MUENDLER, Marc-Andreas. The database Pesquisa Industrial Anual 1986-2001: a detective's report. University of California, San Diego, unpublished manuscript, 2003.
- _____. Trade, Technology, and Productivity: A Study of Brazilian Manufacturers, 1986-1998. University of California, Berkeley, unpublished manuscript, 2002.
- OLLEY, G. Steven; PAKES, Ariel. The Dynamics of Productivity in the Telecommunications Equipment. *Econometrica*, v. 64, n. 6, p. 1263-1297, 1996.
- PETERS, Michael. Heterogeneous markups, growth, and endogenous misallocation. *Econometrica*, v. 88, n. 5, p. 2037-2073, 2020.
- PINHO, Marcelo; SILVEIRA, José Maria FJ. Os efeitos da privatização sobre a estrutura industrial da siderurgia brasileira. *Economia e Sociedade*, v. 7, n. 1, p. 81-109, 1998.
- PINHO, Marcelo Silva. Reestruturação produtiva e inserção internacional da siderurgia brasileira. Tese de Doutorado. Instituto de Economia/Unicamp: Campinas, 2001.
- POSO, Antônio Toletto. O processo de reestruturação da siderurgia mundial e brasileira: o caso da Companhia Siderúrgica Nacional. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo: São Paulo/SP, 2007.
- SANTOS, Carla Poliana. Consolidação da siderurgia brasileira. Monografia (Graduação em Economia). Faculdade de Ciência Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

SCHOR, Adriana. Heterogeneous productivity response to tariff reduction. Evidence from Brazilian manufacturing firms. *Journal of Development Economics*, v. 75, n. 2, p. 373-396, 2004.

_____. Efeitos da redução tarifária da década de 1990 sobre a distribuição intrasetorial da produção e da produtividade na indústria brasileira. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, v. 36, n. 1, 2006.

SOUZA, Maria Cristina Cacciamali de. Concentração industrial em quatro ramos industriais. *Revista de Administração de Empresas*, v. 20, p. 27-43, 1980.

QUARESMA, Luiz Felipe. Projeto Estal. Projeto de Assistência Técnica ao Setor de Energia. Produto 33. Cadeia do Ferro-Gusa. Relatório Técnico 59. Perfil do Ferro-Gusa. Ministério de Minas e Energia/Banco Mundial, 2009.

Apêndice A – Estatísticas Descritivas

Tabela A.1 - Entradas e saídas, por categoria.

| Período | Integrada | | Semi-integrada | | Gusa de Mercado | | Outro | |
|-----------|-----------|-------|----------------|-------|-----------------|-------|---------|-------|
| | entrada | saída | entrada | saída | entrada | saída | entrada | saída |
| 1990-1992 | | | | 1 | | 3 | | 4 |
| 1992-1993 | | | | 1 | 3 | | 1 | 1 |
| 1993-1994 | | 1 | | 5 | | | | 3 |
| 1994-1996 | | 2 | | 4 | | 2 | | 5 |
| 1996-1997 | | | | 4 | | | | 1 |
| 1997-1998 | | 2 | | 4 | | | | |

Fonte: Elaboração própria.

Tabela A.2 - Entradas e Saídas, por ter sido ou não estatal.

| Ano | Não foi estatal | | Foi estatal | |
|--------------|-----------------|-----------|-------------|----------|
| | Entrada | Saída | Entrada | Saída |
| 1990 | | 8 | | |
| 1992 | 4 | 1 | | 1 |
| 1993 | | 8 | | 1 |
| 1994 | | 11 | | 2 |
| 1996 | | 4 | | 1 |
| 1997 | | 6 | | |
| Total | 4 | 38 | 0 | 5 |

Fonte: Elaboração própria.

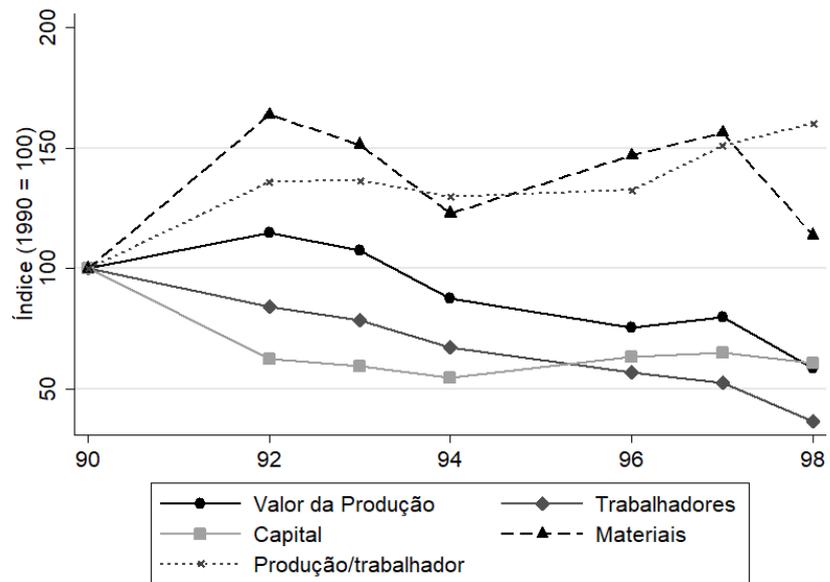
Tabela A.3 – Evolução da média da produção e do número de trabalhadores

| Integrada | | |
|-----------------|----------------|---------------------|
| Ano | Média Produção | Média Trabalhadores |
| 1990 | 543 | 7.182 |
| 1992 | 665 | 6.170 |
| 1993 | 633 | 5.793 |
| 1994 | 589 | 5.620 |
| 1996 | 587 | 5.382 |
| 1997 | 614 | 4.935 |
| 1998 | 657 | 4.928 |
| Semi-integrada | | |
| Ano | Média Produção | Média Trabalhadores |
| 1990 | 122 | 1.708 |
| 1992 | 130 | 1.415 |
| 1993 | 127 | 1.451 |
| 1994 | 132 | 1.604 |
| 1996 | 153 | 1.728 |
| 1997 | 223 | 2.246 |
| 1998 | 61 | 1.014 |
| Gusa de Mercado | | |
| Ano | Média Produção | Média Trabalhadores |
| 1990 | 38 | 419 |
| 1992 | 38 | 386 |
| 1993 | 41 | 362 |
| 1994 | 36 | 408 |
| 1996 | 13 | 340 |
| 1997 | 14 | 304 |
| 1998 | 13 | 276 |
| Outros | | |
| Ano | Média Produção | Média Trabalhadores |
| 1990 | 36 | 239 |
| 1992 | 32 | 230 |
| 1993 | 29 | 194 |
| 1994 | 28 | 160 |
| 1996 | 26 | 378 |
| 1997 | 30 | 435 |
| 1998 | 25 | 294 |
| Total | | |
| Ano | Média Produção | Média Trabalhadores |
| 1990 | 187 | 2.442 |
| 1992 | 225 | 2.161 |
| 1993 | 222 | 2.123 |

| | | |
|-------|-----|-------|
| 1994 | 215 | 2.155 |
| 1996 | 259 | 2.549 |
| 1997 | 319 | 2.752 |
| 1.998 | 272 | 2.210 |

Fonte: Elaboração própria.

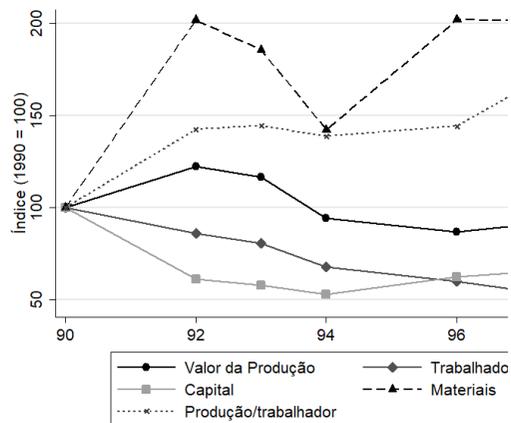
Gráfico A.1 – Evolução de indicadores selecionados - 1990-1998, setor siderúrgico.



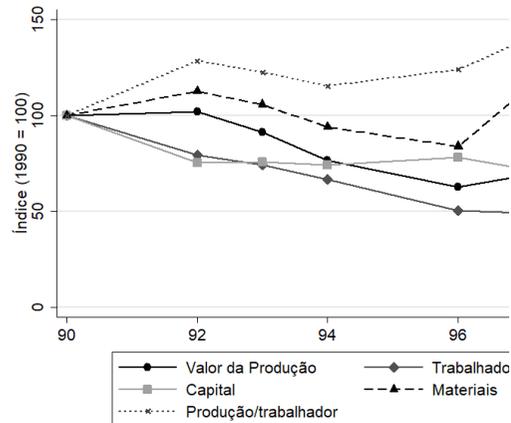
Fonte: elaboração própria.

Gráfico A.2 – Evolução de indicadores selecionados - 1990-1998, por tipologia.

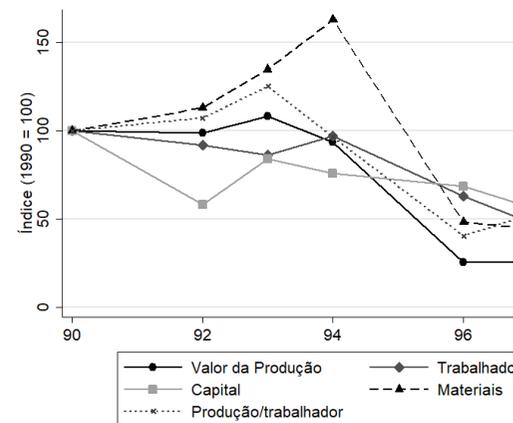
a) Integrada



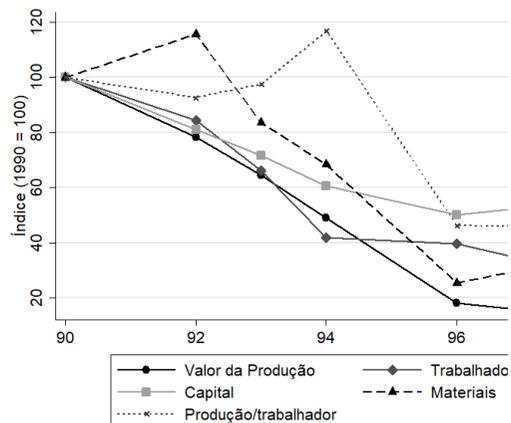
b) Semi-integrada



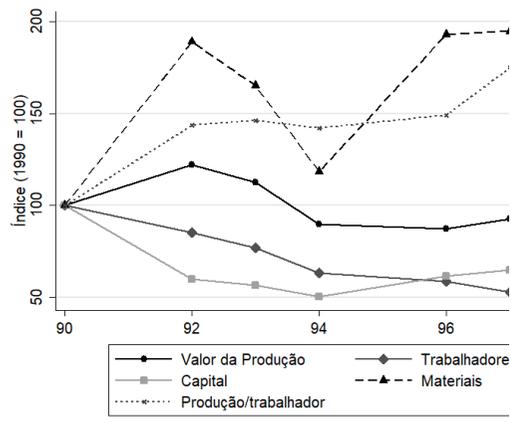
c) Ferro Gusa



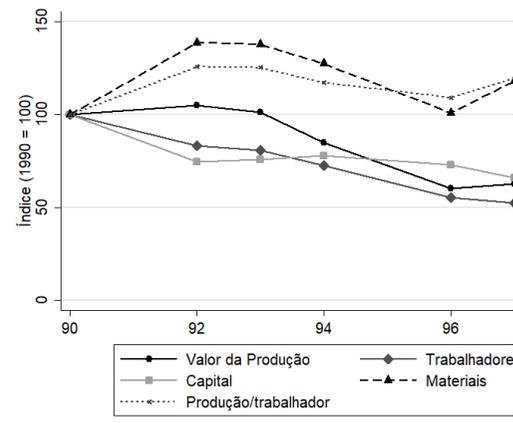
d) Outro



e) Foi estatal



f) Não foi estatal



Fonte: elaboração própria.

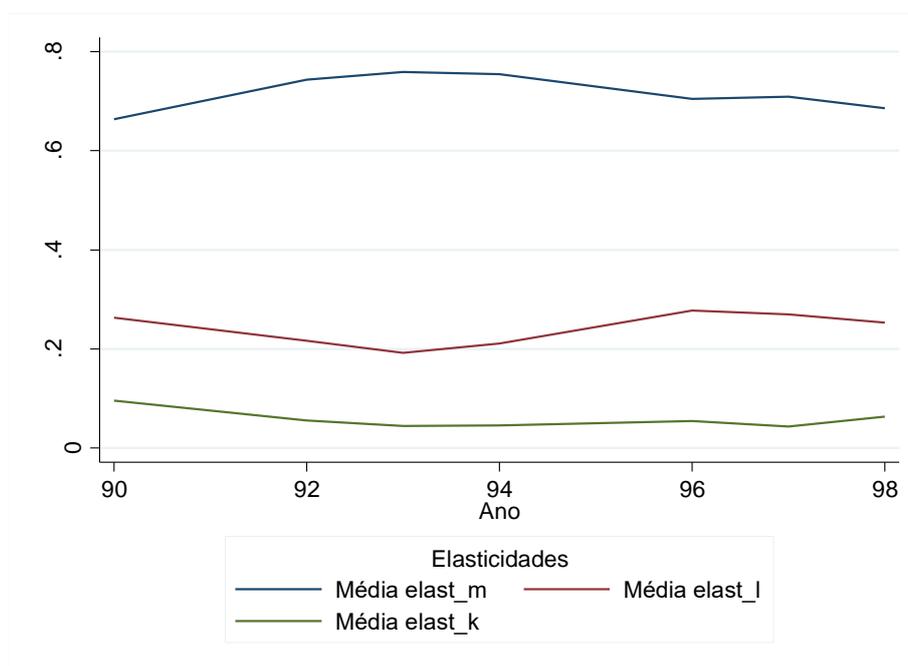
Apêndice B – Função de Produção

Tabela B.1 - Modelos com trabalho dinâmico e valor adicionado.

| | CD - L Dinâmico (1) | TL - L Dinâmico (2) | CD - VA (3) | TL - VA (4) |
|-----------------------|---------------------------|----------------------------|-------------------------|---------------------------|
| cons | 2,31 [2,290; 2,350] | 14,985 [14,928; 15,055] | 5,468 [5,433; 5,757] | 2,887 [-1,370; 7,032] |
| l | 0,07 [-0,016; 0,097] | -2,147 [-2,207; -2,074] | 0,524 [0,024; 0,861] | -1,131 [-7,315; 5,873] |
| k | 0,16 [0,120; 0,196] | 0,081 [0,036; 0,160] | 0,459 [0,231; 0,617] | 1,013 [-4,802; 4,524] |
| m | 0,71 [0,650; 0,779] | -0,612 [-0,690; -0,560] | | |
| l2 | | 0,043 [-0,046; 0,068] | | -0,039 [-0,725; 0,546] |
| k2 | | -0,002 [-0,029; 0,040] | | -0,035 [-0,238; 0,204] |
| m2 | | 0,059 [0,026; 0,110] | | |
| lk | | 0,164 [0,102; 0,231] | | 0,115 [-0,432; 0,729] |
| lm | | 0,044 [-0,009; 0,117] | | |
| mk | | -0,015 [-0,111; 0,033] | | |
| lmk | | -0,006 [-0,008; -0,002] | | |
| Retornos de Escala | 0,94 | 0,98 | 0,983 | 0,913 |
| N | 323 | 323 | 323 | 323 |

Nota: Os modelos (1) e (2) foram estimados considerando-se o valor bruto da produção como variável explicativa e supondo-se que o insumo trabalho (*l*) possui comportamento dinâmico. Nesse caso, observa-se que o coeficiente do trabalho no modelo CD não foi significativo. Já os modelos (3) e (4) utilizam como produto o valor adicionado e o trabalho é classificado como não dinâmico.

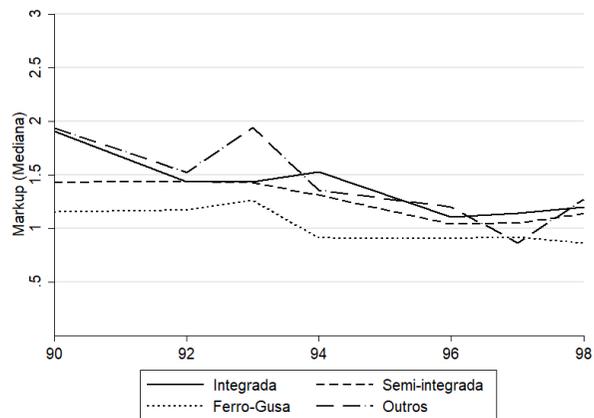
Gráfico B.1 – Evolução das elasticidades do produto em relação aos insumos



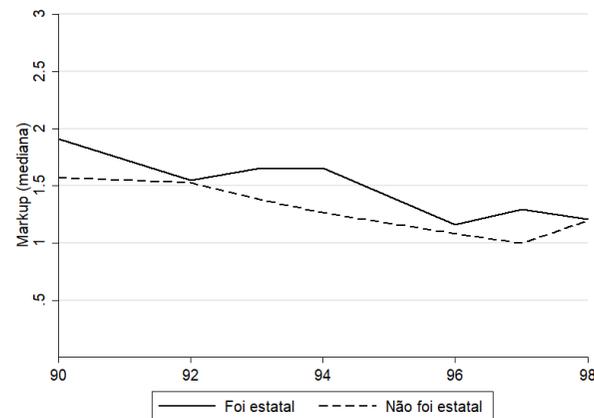
Nota: As elasticidades do produto em relação a cada um dos insumos foram estimada por meio da média de cada ano. A função é do tipo translog.

Gráfico B.2 – Markups, modelo Cobb-Douglas com coeficientes iguais para as categorias.

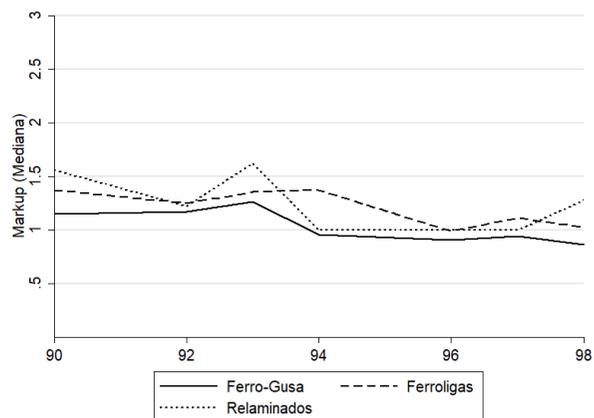
a) markup por categoria



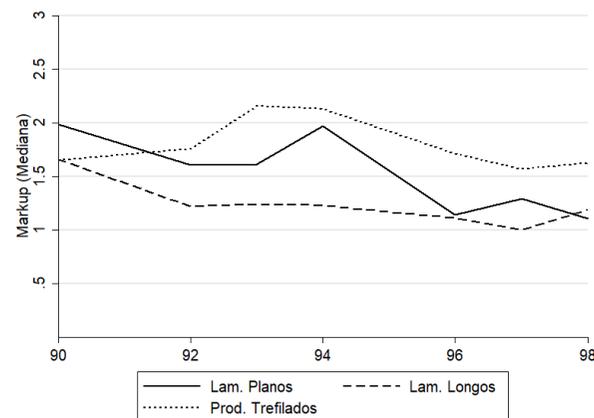
b) markup de ex-estatais



c) atividades – menor markup



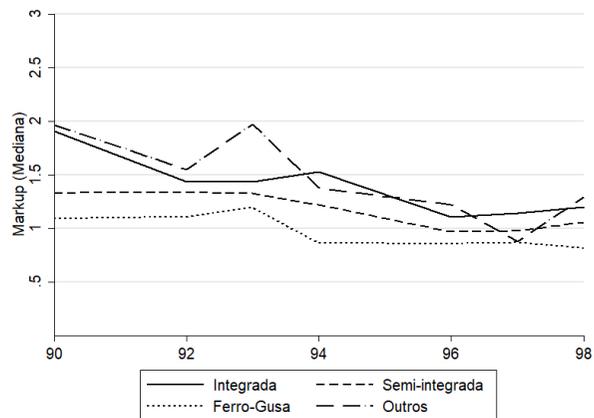
d) atividades – maior markup



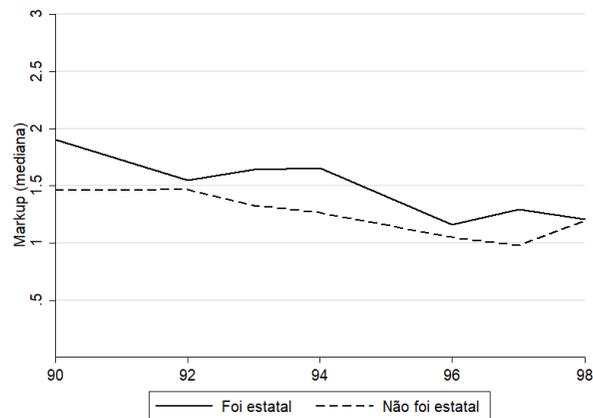
Fonte: elaboração própria.

Gráfico B. 3– Markups Modelo Cobb-Douglas, considerando coeficientes heterogêneos por categoria.

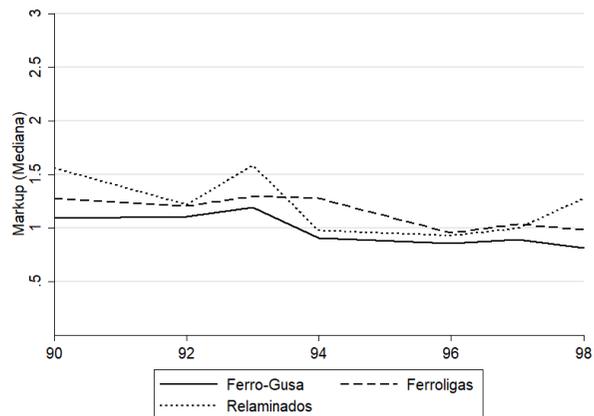
a) markup por categoria



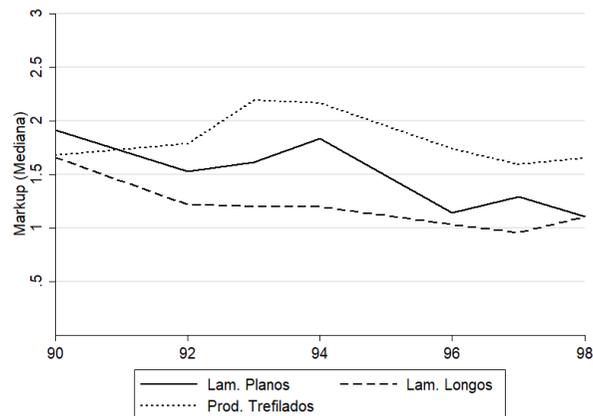
b) markup de ex-estatais



c) atividades – menor markup

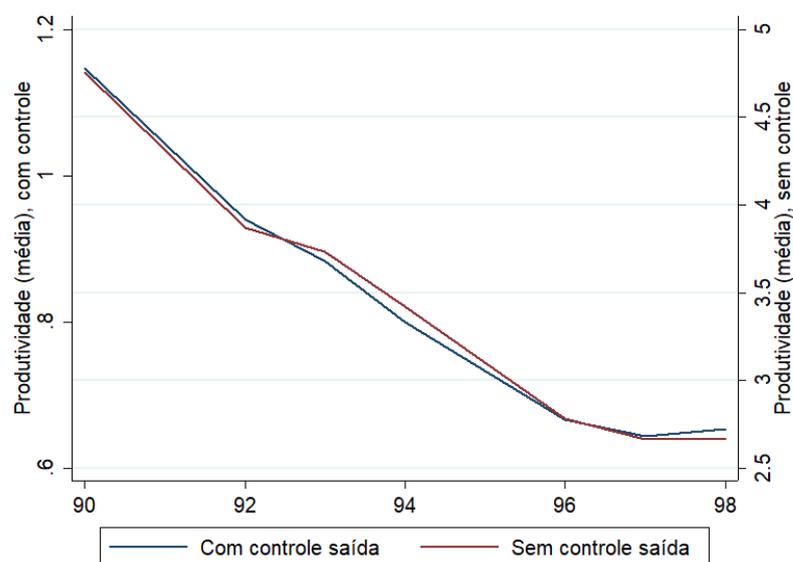


d) atividades – maior markup



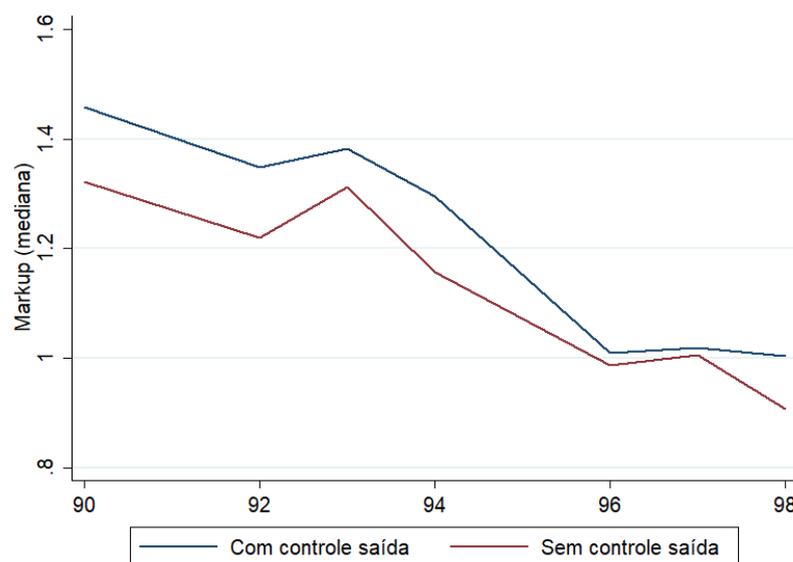
Fonte: elaboração própria.

Gráfico B.4 – Evolução da produtividade com e sem probit (média).



Fonte: elaboração própria. Nota: o Gráfico apresenta a evolução da produtividade média para os modelos Translog com probit (modelo base da tabela 6) e sem probit.

Gráfico B.5 – Evolução dos markups com e sem probit (mediana).



Fonte: elaboração própria. Nota: O Gráfico ilustra a evolução, em termos de mediana, dos markups para os modelos Translog com probit (modelo base Tabela 6) e sem probit. Observa-se que os markups para o modelo com correção explícita do viés de seleção são ligeiramente maiores.

Apêndice C – Produtividades

Gráfico C.1 – Evolução da produtividade – modelo CD e TL.

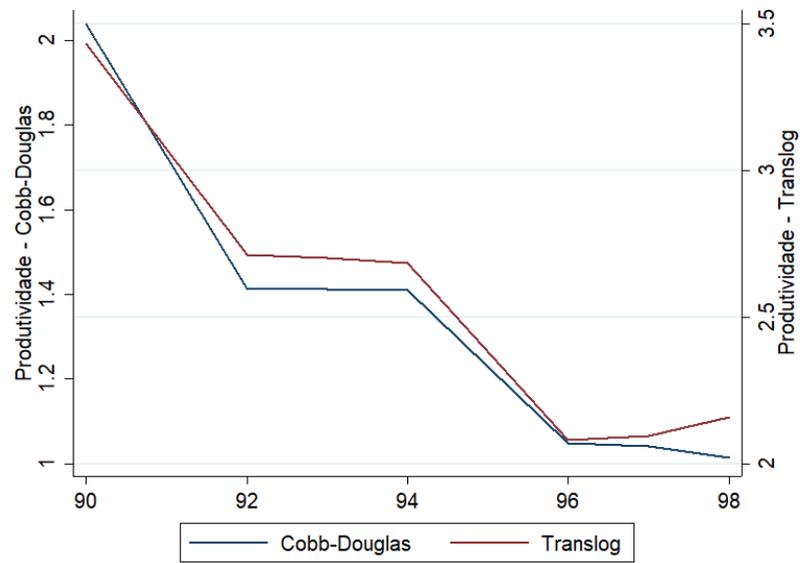
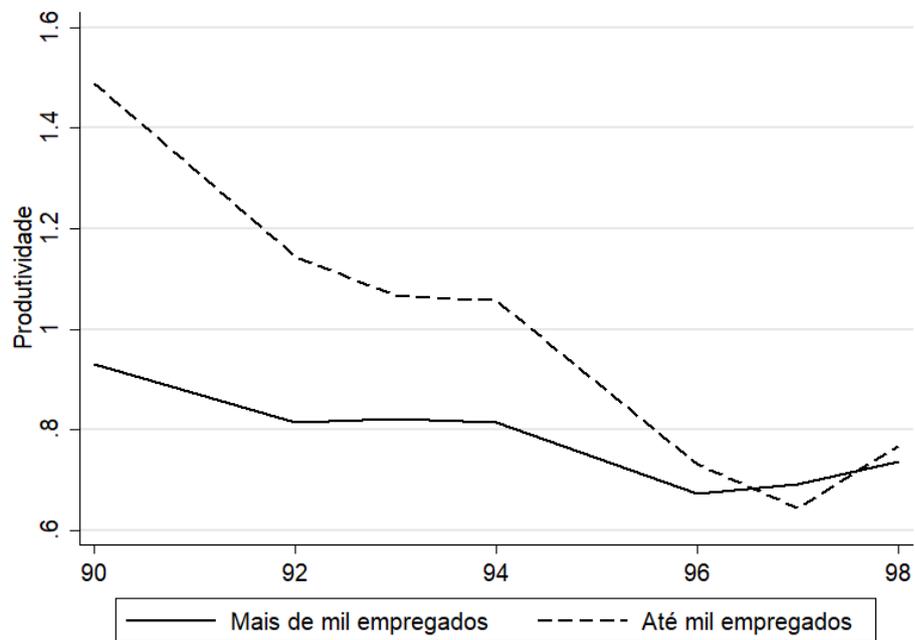


Gráfico C.2 – Evolução da produtividade X tamanho das firmas



Fonte: elaboração própria, com base no modelo Translog da Tabela 6. a) a produtividade é ponderada pela participação de cada firma no produto.

Tabela C.1 – Parcela na participação no produto 1990-1998

| Variável | 1º quartil da variável | | 4º quartil da variável | |
|---------------|------------------------|------|------------------------|------|
| | 1990 | 1998 | 1990 | 1998 |
| Markup | 0,34 | 0,28 | 0,28 | 0,11 |
| Produtividade | 0,35 | 0,02 | 0,27 | 0,44 |

Fonte: elaboração própria.

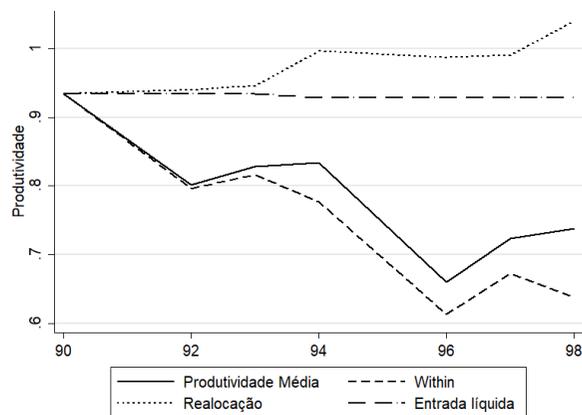
Tabela C.2 – Decomposição da produtividade.

| Ano | Produtividade | Δ Produtividade | Δ Within | Δ Market share | Δ Cross | Δ Net Entry |
|------------|---------------|---------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------|-----------------------|
| 90 | 1,017 | | | | | |
| 92 | 0,857 | -0,160 | -0,139 | -0,040 | 0,021 | -0,002 |
| 93 | 0,851 | -0,006 | -0,021 | 0,001 | 0,012 | 0,001 |
| 94 | 0,845 | -0,006 | -0,033 | -0,011 | 0,048 | -0,010 |
| 96 | 0,674 | -0,170 | -0,170 | -0,064 | 0,058 | 0,005 |
| 97 | 0,690 | 0,016 | 0,021 | -0,002 | -0,003 | 0,000 |
| 98 | 0,738 | 0,048 | -0,123 | 0,038 | 0,133 | 0,000 |
| Total | | -0,278 | -0,464 | -0,079 | 0,270 | -0,005 |
| Percentual | | | 167% | 28% | -97% | 2% |

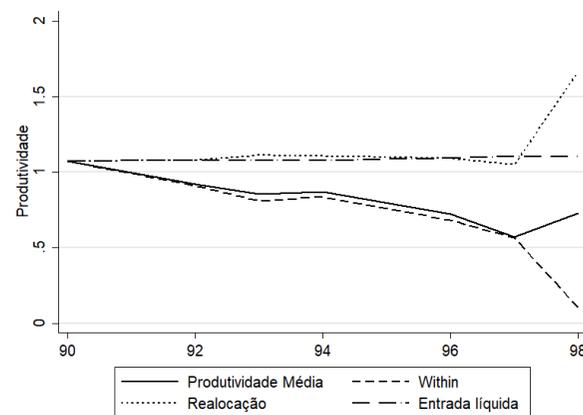
Fonte: Elaboração própria com base nos coeficientes do modelo Translog da Tabela 9. Nota: percentual refere-se à divisão do termo pela variação (delta) de produtividade.

Gráfico C.3 – Decomposição da variação da produtividade por categoria – Modelo Translog.

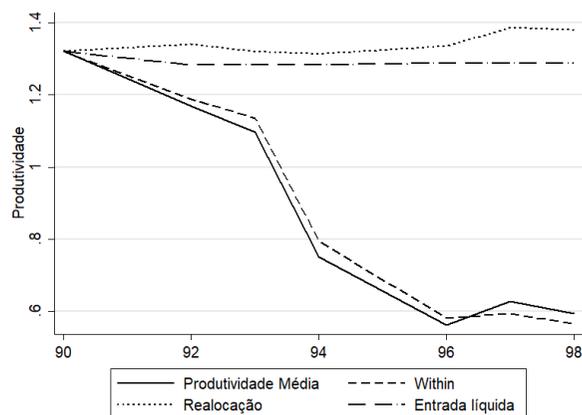
a) Integrada



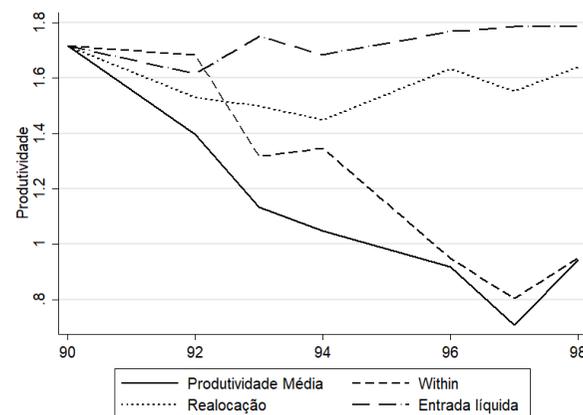
b) Semi-integrada



c) Ferro Gusa



d) Outros



Fonte: elaboração própria.

Apêndice D – Markups

Tabela D.1 – Evolução do Markup do setor siderúrgico por ano

| Ano | Total | Integrada | Semi-integrada | Gusa de Mercado | Outro |
|---------|-------|-----------|----------------|-----------------|-------|
| 90 | 1,459 | 1,442 | 1,326 | 1,146 | 1,863 |
| 92 | 1,349 | 1,246 | 1,416 | 1,167 | 1,584 |
| 93 | 1,383 | 1,278 | 1,346 | 1,307 | 2,051 |
| 94 | 1,295 | 1,236 | 1,299 | 1,032 | 1,518 |
| 96 | 1,010 | 0,972 | 1,069 | 0,884 | 1,249 |
| 97 | 1,020 | 1,035 | 1,105 | 0,969 | 1,000 |
| 98 | 1,005 | 1,000 | 1,013 | 0,926 | 1,065 |
| Mediana | 1,295 | 1,236 | 1,299 | 1,032 | 1,518 |

Fonte: elaboração própria. Nota: para a todos os anos, foi estimada a mediana do total e de cada categoria.

Tabela D.2 – Evolução do Markup do setor siderúrgico por ano (Ex-estatais x Privadas).

| Ano | Não foi estatal | Foi estatal |
|---------|-----------------|-------------|
| 90 | 1,534 | 1,334 |
| 92 | 1,353 | 1,209 |
| 93 | 1,401 | 1,294 |
| 94 | 1,297 | 1,249 |
| 96 | 1,035 | 0,952 |
| 97 | 1,033 | 0,986 |
| 98 | 1,007 | 0,982 |
| Mediana | 1,297 | 1,209 |

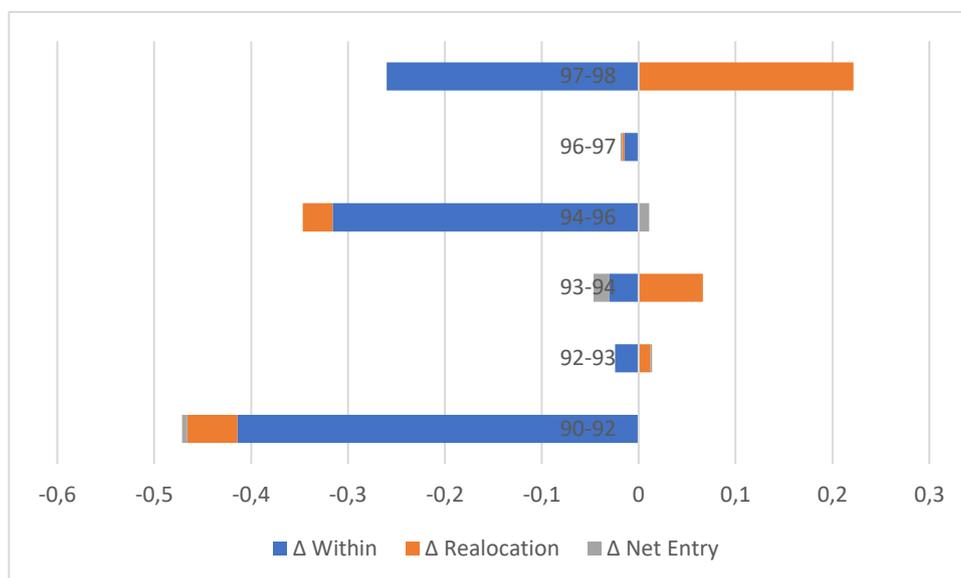
Fonte: elaboração própria. Nota: a categoria “Não foi estatal” refere-se às firmas que sempre foram privadas e a “Foi estatal” são aquelas que foram privatizadas.

Tabela D.3 – Decomposição do markup.

| Ano | Markup | Δ Markup | Δ Within | Δ Market share | Δ Cross | Δ Net Entry |
|------------|--------|-----------------|-----------------|-----------------------|----------------|--------------------|
| 90 | 1,825 | 0,000 | | | | |
| 92 | 1,354 | -0,471 | -0,414 | -0,068 | 0,016 | -0,005 |
| 93 | 1,343 | -0,011 | -0,024 | 0,010 | 0,002 | 0,001 |
| 94 | 1,362 | 0,019 | -0,030 | 0,015 | 0,051 | -0,017 |
| 96 | 1,027 | -0,336 | -0,316 | -0,095 | 0,064 | 0,011 |
| 97 | 1,008 | -0,019 | -0,015 | -0,002 | -0,001 | -0,001 |
| 98 | 0,970 | -0,038 | -0,260 | 0,000 | 0,222 | 0,000 |
| Total | | -0,855 | -1,060 | -0,139 | 0,354 | -0,011 |
| Percentual | | 100% | 124% | 16% | -41% | 1% |

Fonte: elaboração própria.

Gráfico D.1 Decomposição do markup



Fonte: Elaboração própria com base nos dados da Tabela D.1.

Quadro D.1 – Teste de diferença de médias (Teste T) - markup – Translog

| | Integrada | Semi-integrada | Gusa | Outro | Não foi estatal |
|----------------|-----------|----------------|----------|-----------|-----------------|
| Integrada | - | -0,082 | 0,275*** | -0,670*** | - |
| Semi-integrada | | - | 0,357*** | -0,588*** | - |
| Gusa | | | - | -0,945*** | - |
| Outro | | | | - | - |
| Foi estatal | | | | | 0,156 |

Fonte: elaboração própria. Significância: (***) 0,01; (**) 0,05.

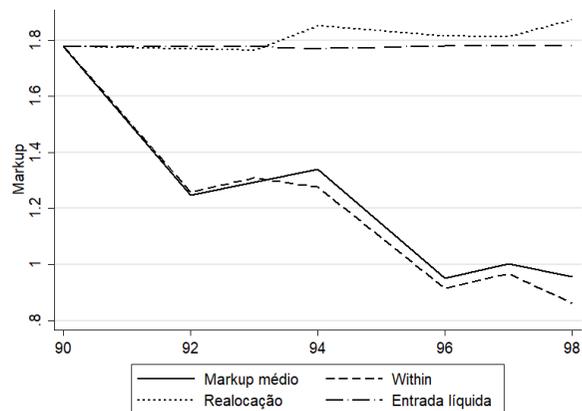
Quadro D.2 – Teste de diferença de médias (Teste T) - markup – Cobb-Douglas

| | Integrada | Semi-integrada | Gusa | Outro | Não foi |
|----------------|-----------|----------------|---------|----------|---------|
| Integrada | - | 0,016 | 0,407** | -0,752** | - |
| Semi-integrada | | - | 0,391** | -0,769** | - |
| Gusa | | | - | -1,160** | - |
| Outro | | | | - | - |
| Foi estatal | | | | | 0,019 |

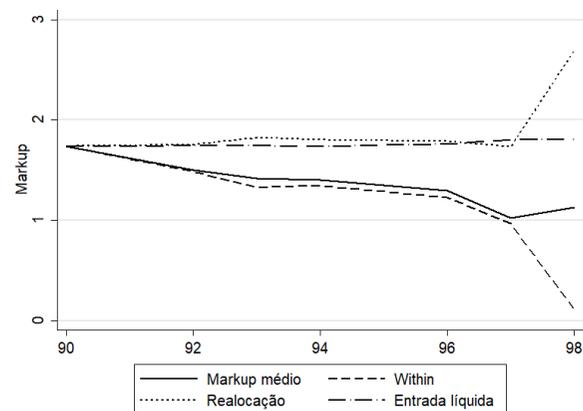
Fonte: elaboração própria. Significância: (***) 0,01; (**) 0,05.

Gráfico D.2 – Decomposição da variação do markup por categoria.

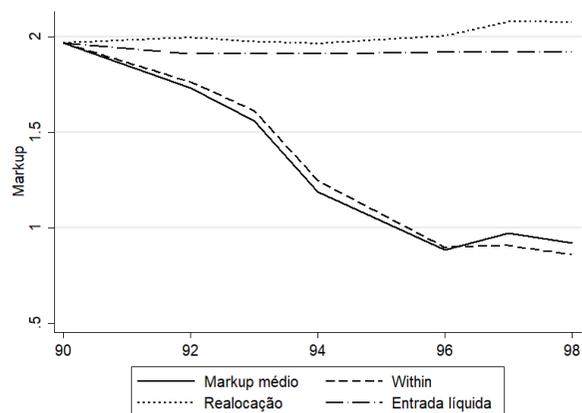
a) Integrada



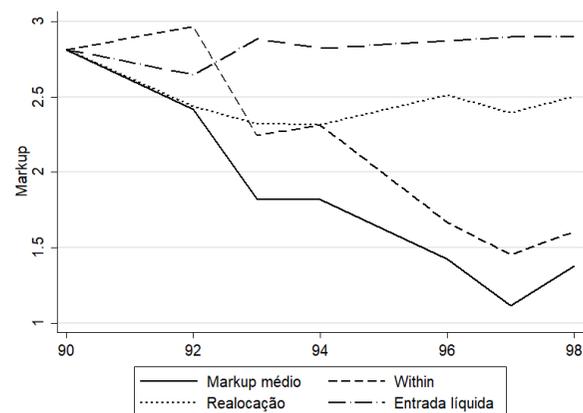
b) Semi-integrada



c) Ferro Gusa



d) Outros



Fonte: elaboração própria.

