



Universidade de Brasília

Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de Políticas
Públicas

Aluno: Cícero Rodrigues de Melo Filho

Orientador: Prof. Vander Mendes Lucas

Coorientador: Prof. Francisco Gildemir Silva

Tese de doutorado em Economia Aplicada

Ensaio Teórico em Infraestrutura de Transportes

Brasília

12/2024

Sumário

1. Introdução	5
2. Análise Custo-Benefício do Preço-Sombra da Mão de Obra Brasileira.....	10
2.1. Revisão de Literatura.....	12
2.2. Metodologia.....	15
2.1.1. Mão de obra com menor qualificação.....	19
2.1.2. Mão de obra com maior qualificação	24
2.3. Análise do Caso Brasileiro	25
2.4. Estudo de Caso	28
2.5. Considerações	32
3. Análise dos impactos de choques em preços de combustível na competição entre empresas aéreas	35
3.1. Revisão de literatura.....	37
3.1.1. Modelos de Duopólio	37
3.1.2. Impacto de Custos no Setor de Transporte Aéreo.....	38
3.2. Querosene de Aviação	39
3.3. Modelo teórico	40
3.4. Modelagem econométrica dos choques em custos	42
3.4.1. Mercado Relevante para o Modelo: Ligação Rio-São Paulo	42
3.4.2. Lado da Demanda	49
3.4.3. Lado dos Custos.....	51
3.5. Análise numérica e testes: caso base.....	52
3.6. Considerações	53
4. Testing the Algebraic Modeling of Competitive Impacts from Wage Premium Shocks: A Case Study from a Booming Airline Market	57
4.1. The structure of airline costs in Brazil	59
4.2. Modelling airline competition with economies of density and wage premiums shocks.....	61
4.2.1. The theoretical model of duopoly competition.....	61
4.3. Application to a Brazilian Airline market	64
4.3.1. Demand function.....	65
4.3.2. Cost function	66
4.3.3. Simulations of wage premium shocks	68
4.4. Considerations	71

5. Considerações Finais.....	73
Referências Bibliográficas.....	77
ANEXO 1: Principais dados utilizados	83
ANEXO 2: Parâmetros Adotados	91
ANEXO 3: Desenvolvimento Algébrico.....	93
ANEXO 4: Estimação coeficientes de demanda.....	96
ANEXO 5: Estimação coeficientes de custos.....	98
ANEXO 6: Fluxo de Caixa Social Sem e Com Correção do Preço Sombra da Mão de Obra.	99

Resumo

Esta tese, intitulada "Ensaio Teóricos em Infraestrutura de Transportes", apresenta três artigos sobre infraestrutura de transporte e análise de custo-benefício. O primeiro artigo aborda a distorção dos preços de mercado em avaliações de projetos de infraestrutura, destacando os riscos de decisões erradas e desperdício de recursos públicos. Além disso, revisita a literatura internacional e identifica lacunas na pesquisa nacional, especialmente no Brasil. O segundo artigo investiga os efeitos de choques exógenos de custos na concorrência entre Full Service Carriers (FSC) e Low Cost Carriers (LCC) no setor aéreo brasileiro, utilizando um modelo de oligopólio e dados específicos de demanda e custo. Os resultados mostram que LFCs sofrem maiores perdas de markup e demanda, mas aumentam os preços proporcionalmente mais, criando um ambiente previsível para consumidores. O terceiro artigo analisa os impactos dos choques nos prêmios salariais nas condições de concorrência das companhias aéreas, usando um modelo de duopólio para examinar a interação entre uma grande empresa de rede e uma empresa menor com uma tarifa menor. Conclui que as menores companhias aéreas são mais afetadas por choques de custos trabalhistas, levando a maior concentração de mercado e destacando os desafios das transportadoras menores em manter a competitividade.

Abstract

This thesis, titled "Theoretical Essays in Transportation Infrastructure," presents three articles on transportation infrastructure and cost-benefit analysis. The first article addresses the distortion of market prices in infrastructure project evaluations, highlighting the risks of incorrect decisions and the waste of public resources. Additionally, it revisits the international literature and identifies gaps in national research, especially in Brazil. The second article investigates the effects of exogenous cost shocks on the competition between Full Service Carriers (FSC) and Low Cost Carriers (LCC) in the Brazilian airline sector, using an oligopoly model and specific demand and cost data. The results show that LFCs suffer greater losses in markup and demand but increase prices proportionally more, creating a predictable environment for consumers. The third article analyzes the impacts of wage premium shocks on the competitive conditions of airlines, using a duopoly model to examine the interaction between a large network carrier and a small low-cost carrier. It concludes that smaller airlines are more affected by labor cost shocks, leading to higher market concentration and highlighting the challenges smaller carriers face in maintaining competitiveness.

1. Introdução

Esta tese de doutorado consiste em três estudos complementares que analisam questões essenciais da economia aplicada ao setor de transportes. Cada estudo contribui de forma interligada para entender as dinâmicas competitivas em mercados sujeitos a distorções e choques exógenos. O objetivo principal é fornecer uma análise teórica e empírica que amplie a compreensão sobre a eficiência econômica e o impacto de políticas públicas no setor aéreo brasileiro.

O primeiro estudo apresenta uma base teórica sólida, explorando os conceitos de preços-sombra em economias com distorções de mercado. Esses preços são fundamentais em contextos em que os valores de mercado não refletem corretamente os custos sociais de insumos devido a subsídios, impostos ou outras falhas de mercado.

Já o segundo estudo investiga os impactos de choques nos custos de combustíveis sobre a competitividade entre diferentes tipos de empresas aéreas. Utilizando um modelo de duopólio diferenciado, a análise foca na ponte aérea Rio-São Paulo, destacando como esses choques afetam a demanda, os preços e os lucros das empresas. O terceiro estudo amplia essa discussão ao examinar os efeitos de choques salariais no setor aéreo brasileiro. A análise considera a interação competitiva entre uma grande companhia aérea e empresas menores de baixo custo, explorando como mudanças nos custos de mão de obra influenciam a estrutura de mercado e a competição.

Essa conexão entre os três estudos é mantida pela aplicação consistente de modelos econômicos e pela abordagem integrada de fenômenos distintos, mas complementares. Ao longo da tese, busca-se responder a questões relevantes sobre a eficiência econômica, a sustentabilidade do mercado e o bem-estar do consumidor. O conceito de preços-sombra é central no primeiro estudo, pois fornece uma métrica para avaliar o custo de oportunidade social dos insumos em projetos de infraestrutura. Em mercados distorcidos, como o brasileiro, essas métricas são indispensáveis para evitar alocações ineficientes de recursos públicos.

A literatura internacional tem explorado amplamente os preços-sombra em economias desenvolvidas e emergentes. Pesquisas aplicadas em países como Índia, Peru e Irlanda

mostram como as metodologias podem ser ajustadas a diferentes contextos econômicos e sociais. No entanto, no Brasil, a aplicação prática desse conceito ainda é limitada. Estudos pontuais analisam o impacto de fatores como a informalidade e as disparidades regionais, mas carecem de padronização e integração em políticas públicas de infraestrutura. Este estudo, portanto, busca preencher essa lacuna ao propor uma metodologia adaptada às especificidades do mercado de trabalho brasileiro. A abordagem considera diferenças regionais e setoriais, ajustando os cálculos de preços-sombra para uma avaliação mais precisa da eficiência social de projetos.

A análise inicial também destaca a necessidade de entender as interações entre políticas de subsídio, impostos e a informalidade, fatores que afetam diretamente os valores de mercado e os custos de oportunidade no Brasil. No segundo estudo, o foco é o impacto dos choques de combustíveis sobre a competitividade no setor aéreo. Este mercado é altamente sensível a variações de custos, dado que o combustível representa cerca de 30% dos custos operacionais das empresas.

Utilizando a rota Rio-São Paulo como estudo de caso, foi possível simular os efeitos de aumentos nos preços dos combustíveis em diferentes cenários econômicos. O modelo considera a competição entre empresas estabelecidas e entrantes, refletindo as condições reais do mercado. Os resultados indicam que empresas de baixo custo (LCCs) são mais vulneráveis a esses choques em comparação às empresas de serviço completo (FSCs). As LCCs aumentam os preços proporcionalmente mais, mas perdem maior participação de mercado e lucratividade.

Por outro lado, as FSCs conseguem absorver melhor os choques devido à sua capacidade de fidelizar¹ clientes e diversificar serviços. Empresas maiores demonstram

¹ A fidelização de clientes no setor aéreo é essencial para a manutenção e expansão da base de passageiros, bem como para assegurar vantagem competitiva em um mercado altamente competitivo. Segundo Dolnicar et al. (2011), programas de fidelidade, como os programas de milhagem, são instrumentos centrais que incentivam a lealdade ao oferecer recompensas exclusivas aos clientes frequentes. No Brasil, a relevância desses programas é evidenciada pelos mais de 185 milhões de cadastros ativos, refletindo sua ampla aceitação e impacto no comportamento dos consumidores (Santos e Amaral, 2019).

A qualidade no atendimento ao cliente também é destacada como um fator crítico para a fidelização. De acordo com Parasuraman et al. (1988), serviços de alta qualidade aumentam a satisfação do cliente e fortalecem o relacionamento com a marca, criando um vínculo que incentiva a repetição da compra. No contexto aéreo, fatores como pontualidade, conforto e eficiência operacional são essenciais para assegurar uma percepção

maior resiliência em mercados sujeitos a choques econômicos devido à sua capacidade de absorver custos adicionais e fidelizar clientes, características que são sustentadas por suas economias de escala e estruturas operacionais robustas. Brueckner, Dyer e Spiller (1992) analisaram como grandes companhias aéreas, operando em redes hub-and-spoke, conseguem diluir custos fixos sobre uma base mais ampla de operações, enquanto utilizam programas de fidelidade para manter uma demanda consistente, mesmo em condições adversas. Essa estrutura não apenas permite uma maior flexibilidade na precificação, mas também reduz a volatilidade na demanda, criando uma vantagem competitiva significativa em relação a empresas menores, que possuem menos recursos e menor capacidade de lidar com variações abruptas no ambiente econômico.

No terceiro estudo, o impacto de choques salariais é analisado em um contexto de crescimento econômico significativo, que gerou pressões sobre os custos trabalhistas no setor aéreo entre 2020 e 2023. A análise utiliza um modelo de duopólio diferenciado para explorar a interação entre uma grande empresa e uma empresa de baixo custo em um mercado competitivo. O estudo destaca como os aumentos salariais afetam essas duas categorias de empresas de forma desigual.

As empresas menores enfrentam maior dificuldade para lidar com choques salariais, resultando em aumento da concentração de mercado. Esse fenômeno pode prejudicar a competitividade e reduzir as opções disponíveis para os consumidores. Por outro lado, empresas maiores conseguem absorver melhor esses custos devido à sua escala e eficiência operacional. Contudo, isso também reforça barreiras à entrada de novos competidores no mercado.

positiva de valor (Zeithaml, 1988). Adicionalmente, serviços personalizados, que atendem às expectativas específicas dos clientes, ampliam a probabilidade de fidelização (Bitner et al., 1990).

A adoção de métricas como o Net Promoter Score (NPS) permite às companhias aéreas monitorar e avaliar a satisfação e a lealdade dos clientes. Segundo Reichheld (2003), empresas que alcançam altos índices de NPS demonstram uma capacidade superior de atrair e reter passageiros, refletindo estratégias bem-sucedidas de fidelização. Além disso, companhias que utilizam dados coletados por meio de programas de fidelidade para personalizar ofertas e aprimorar a experiência do cliente conseguem fortalecer ainda mais esse relacionamento (Smith e Sparks, 2009).

Em síntese, a fidelização no setor aéreo depende de uma combinação de estratégias que incluem programas de fidelidade robustos, qualidade de serviço consistente e monitoramento contínuo da satisfação do cliente. Investimentos nessas áreas não apenas fortalecem o vínculo com os passageiros, mas também garantem uma vantagem competitiva sustentável no setor (Dolnicar et al., 2011; Santos e Amaral, 2019; Parasuraman et al., 1988; Reichheld, 2003).

Uma das propostas do estudo é a adoção de esquemas diferenciados de aumento salarial, que poderiam mitigar os impactos sobre empresas menores e preservar a competitividade do mercado. Os três estudos se complementam ao oferecer uma visão integrada de como distorções de mercado e choques exógenos afetam a dinâmica competitiva. A combinação de teoria e empirismo fornece insights valiosos para a formulação de políticas públicas.

Em ambos os casos, os resultados mostram que empresas menores são mais vulneráveis a choques exógenos, o que reforça a necessidade de políticas que promovam um ambiente competitivo equilibrado. Esses insights têm implicações diretas para a formulação de estratégias de gestão e regulação, com o objetivo de garantir a sustentabilidade e a eficiência do mercado aéreo brasileiro.

Do ponto de vista teórico, a tese contribui ao integrar conceitos de economia do bem-estar com análises aplicadas em mercados estratégicos. Isso amplia a relevância prática dos modelos apresentados. A aplicação de modelos de duopólio diferenciados permite simular cenários realistas e prever comportamentos de mercado em resposta a diferentes tipos de choques econômicos.

Os resultados empíricos oferecem uma base concreta para a formulação de políticas públicas voltadas à mitigação de impactos em mercados voláteis e sujeitos a distorções. Além disso, a análise da elasticidade da demanda destaca a importância de considerar as preferências dos consumidores na avaliação de estratégias de preços e alocação de recursos. Essa abordagem integrada contribui para um entendimento mais completo das forças econômicas que moldam mercados críticos para o desenvolvimento do país.

A tese também reforça a importância de padronizar metodologias para a avaliação de projetos de infraestrutura no Brasil. A adaptação de práticas internacionais para o contexto local é essencial para melhorar a eficiência e a transparência. No setor aéreo, essa padronização pode ser um instrumento poderoso para reduzir as desigualdades regionais e promover a integração econômica nacional.

A análise dos custos de combustíveis destaca a necessidade de políticas que minimizem a volatilidade desse insumo, como incentivos ao uso de fontes alternativas de

energia. Já no caso dos custos trabalhistas, a flexibilização das regulamentações poderia criar condições mais favoráveis para a competição, especialmente para empresas menores.

Essas medidas, aliadas a uma regulação eficaz, podem criar um ambiente mais resiliente e equilibrado para todos os atores do setor. A tese conclui que a integração entre teoria e empirismo é fundamental para compreender as dinâmicas de mercados complexos. Isso é especialmente relevante em setores como o aéreo, que desempenham um papel estratégico no desenvolvimento econômico.

Os estudos apresentados oferecem uma base sólida para o desenvolvimento de políticas públicas mais eficazes, que promovam tanto a eficiência econômica quanto o bem-estar social. Além disso, a aplicação de modelos econométricos avançados reforça a importância de análises quantitativas robustas na tomada de decisões estratégicas.

No contexto brasileiro, a adoção das recomendações propostas poderia melhorar significativamente a sustentabilidade e a competitividade do mercado aéreo. Assim, esta tese contribui para o avanço da literatura econômica aplicada, oferecendo insights práticos e teóricos que podem beneficiar o setor de transportes e além.

2. Análise Custo-Benefício do Preço-Sombra da Mão de Obra Brasileira

A Análise Custo-Benefício (ACB) é uma abordagem econômica que busca avaliar a viabilidade e os impactos de projetos e políticas públicas, diferenciando-se claramente de uma análise financeira. Enquanto a análise financeira foca exclusivamente nos fluxos monetários diretamente relacionados ao projeto, como receitas, despesas e lucros, a ACB adota uma perspectiva mais ampla. Ela considera não apenas os benefícios e custos financeiros, mas também os impactos econômicos e sociais, como externalidades positivas e negativas, que afetam a sociedade como um todo. O objetivo da ACB é determinar se o projeto contribui para o bem-estar econômico geral, utilizando métricas como o Valor Presente Líquido Social (VSPL) para medir a eficiência alocativa dos recursos. Assim, a análise econômica transcende as limitações da análise financeira, proporcionando uma visão mais completa sobre os efeitos de longo prazo e a distribuição dos impactos de um projeto.

O preço-sombra é uma ferramenta essencial na análise custo-benefício (ACB), pois reflete o valor econômico real de um bem ou serviço, que pode diferir substancialmente de seu preço de mercado devido a falhas de mercado, intervenções governamentais ou externalidades. Seu uso na ACB melhora a qualidade das análises ao oferecer uma medida mais precisa do custo ou benefício associado a um projeto, considerando o impacto econômico, social e ambiental.

Primeiramente, o preço-sombra permite corrigir distorções de mercado. Por exemplo, se um mercado é influenciado por subsídios, impostos ou monopólios, os preços de mercado podem não refletir o verdadeiro custo ou valor de um recurso. O preço-sombra ajusta essas distorções para capturar o valor econômico real, tornando as análises mais confiáveis.

Além disso, o preço-sombra é essencial na valoração de bens ou serviços sem preços de mercado, como os recursos ambientais ou o tempo de viagem economizado em projetos de transporte. Por exemplo, na avaliação de um projeto rodoviário, o tempo economizado pelos usuários pode ser atribuído a um preço-sombra baseado no valor médio do tempo no contexto local. Isso permite incluir benefícios que seriam negligenciados caso apenas preços de mercado fossem considerados.

Outro uso importante é na inclusão de externalidades positivas ou negativas. Por exemplo, no caso de um projeto que reduza a poluição, o preço-sombra pode ser usado para estimar o valor econômico dos benefícios ambientais, como a melhoria na saúde pública e na qualidade de vida, que não seriam contabilizados pelos preços de mercado tradicionais.

Por fim, o uso do preço-sombra também ajuda a alinhar a análise com os objetivos sociais e econômicos de longo prazo, como a equidade e a sustentabilidade. Ao incorporar valores reais associados a recursos escassos ou impactos sociais significativos, a ACB torna-se mais robusta para orientar decisões que maximizem o bem-estar social.

Para o cálculo dos preços dos insumos, os preços de mercado não são um bom reflexo da real valoração social, pois são distorcidos por falhas de mercado, impostos etc. A Análise Custo-Benefício (ACB), portanto, utiliza os preços-sombra que, economicamente, refletem o custo de oportunidade da aquisição daquele insumo. Isso se estende à remuneração de fatores, que deve ser feita a partir do preço sombra (isso se aplica principalmente aos salários, que devem ser corrigidos para salários-sombra). O preço sombra representa o valor adicional que uma empresa ou sociedade poderia obter se a disponibilidade de um determinado recurso fosse aumentada em uma unidade.

Enquanto na análise financeira o insumo mão-de-obra é valorizado por meio do salário de mercado, na ACB um salário-sombra (SW) reflete o custo de oportunidade social do trabalho. A diferença entre o salário de mercado e o salário-sombra está relacionada às peculiaridades do mercado de trabalho que podem superestimar (ou subestimar) o custo de oportunidade do trabalho. Os fatores de conversão (CF) são coeficientes que traduzem os salários observados no mercado em salários-sombra e são o principal insumo para análises econômicas.

Conforme o CBA Guide (2015), diversas aplicações empíricas para calcular o salário-sombra foram realizadas especialmente para projetos do setor agrícola em países em desenvolvimento, por exemplo, por Jacoby (1993), Skoufias (1994) e Adbulai e Regmi (2000) para Peru, Índia e Nepal, respectivamente. Para os países industrializados, as estimativas empíricas consideraram ainda o papel da migração dos trabalhadores induzida por novos projetos e oferta de mão-de-obra, e a presença de diferentes categorias de trabalhadores. Honohan (1998) estimou a taxa de salário-sombra para a economia irlandesa,

caracterizada por altas taxas de desemprego e migração inter-regional, considerando o custo de oportunidade de um trabalho extra como sendo igual à perda de produção desses migrantes no seu mercado de origem. Guillermo-Peon e Harberger (2012) apresentaram uma metodologia baseada no dualismo setorial (campo – cidade) e migração com uma aplicação ao México, de forma a avaliar o custo de oportunidade social do trabalho para 21 ocupações diferentes em 32 áreas do mercado de trabalho.

Embora com diversos estudos na literatura internacional, o assunto ainda é incipiente no Brasil. Oliveira (2001) explora a determinação dos custos de oportunidade da força de trabalho no mercado brasileiro, destacando as variações regionais e setoriais. Carvalho (2003) contribui com uma análise detalhada sobre as metodologias de cálculo do preço sombra, enfatizando a importância da qualificação da mão de obra. Em um estudo mais recente, Silva e Souza (2010) discutem as implicações do preço sombra na formulação de políticas públicas, particularmente em programas de incentivo ao emprego. Porém, os avanços são singelos.

Nesse sentido esse capítulo objetiva apresentar uma revisão de literatura acerca do cálculo de fatores de correção de mão de obra para avaliação de projetos de infraestrutura, de forma a permitir a operacionalização e a padronização dos cálculos das Análises Custo-Benefício para seleção e priorização de investimentos no Brasil ou em países com característica semelhantes, com destaque para compreensão das diferenças regionais em países de dimensões continentais.

Além desta introdução, a seção 2 trará a revisão de literatura sobre cálculo do preço sombra da mão de obra e o que já foi verificado em aplicações por outros países. A seção 3 irá mostrar os métodos utilizados para aplicação do preço sombra da mão de obra no Brasil, a seção 4 será de resultados e algumas análises e, por fim, as considerações finais e as referências bibliográficas utilizadas.

2.1. Revisão de Literatura

A definição e análise da taxa de salário-sombra foi um tema central na pesquisa em economia do bem-estar durante as décadas de 1970 e 1980, explorado por autores como Sen (1972), Little e Mirrlees (1974), Sah e Stiglitz (1985) e Brent (1991). Estudos mais recentes,

como os de Potts (2002) e De Rus (2010), avançaram ao propor abordagens que simplificam substancialmente os cálculos, tornando a metodologia mais acessível e prática. O conceito de preço-sombra, especialmente aplicado à mão de obra, é essencial na análise econômica, pois quantifica o custo social do trabalho considerando o custo de oportunidade de alocar uma unidade adicional de trabalho em um projeto ou setor, ajustado às distorções de mercado como desigualdades salariais, desemprego e informalidade.

Sen (1972) destaca que o preço-sombra é fundamental em contextos em que o mercado de trabalho não reflete o valor real do trabalho, o que ocorre frequentemente em economias com falhas estruturais. Little e Mirrlees (1974) apontam que os salários de mercado podem superestimar ou subestimar o custo real de oportunidade do trabalho, dependendo das condições sociais e econômicas. Sah e Stiglitz (1985) enfatizam a aplicação do preço-sombra em países em desenvolvimento, onde a dualidade do mercado de trabalho, entre os setores formal e informal, influencia fortemente a remuneração e a alocação de recursos. Essas análises mostram que, em mercados distorcidos, o uso de preços-sombra é indispensável para avaliar a eficiência social de projetos e a eficácia de políticas públicas.

Em países em desenvolvimento, como o Brasil, essas distorções de mercado são ainda mais pronunciadas devido à informalidade, desigualdades regionais e elevado desemprego. Carvalho (2003) e Oliveira (2001) destacam a necessidade de adaptar os fatores de conversão de salários para refletir melhor o custo social do trabalho, levando em consideração as especificidades regionais e setoriais. Del Bo, Fiorio e Florio (2011) propõem uma metodologia simplificada que utiliza dados econômicos amplamente disponíveis para calcular preços-sombra, eliminando a dependência de informações específicas de projetos, que muitas vezes são difíceis de obter e pouco confiáveis. Essa abordagem é crucial para garantir a alocação eficiente de recursos em projetos de infraestrutura e outras iniciativas públicas.

Embora úteis, as estimativas de salários-sombra enfrentam limitações. Squire (1998) e Little e Mirrlees (1990) apontam a dificuldade de traduzir a teoria em prática devido à elevada carga de informações exigidas, obrigando os avaliadores a utilizar dados específicos de projetos. Jacoby (1993) analisou 1.034 domicílios nas terras altas peruanas em 1985-86 e estimou fatores de correção da mão de obra entre 0,37 e 0,58. Skoufias (1994), ao estudar

seis aldeias indianas no período de 1975-79, identificou fatores de conversão por gênero, sendo 0,83 para homens e 0,61 para mulheres. Abdulai e Regmi (2000), em uma análise de 280 famílias agrícolas no Nepal entre 1996 e 1997, obtiveram um fator de conversão de 0,414.

Barrett et al. (2008) realizaram um estudo na Costa do Marfim, utilizando dados de 120 domicílios produtores de arroz entre 1993 e 1995. Seus resultados mostram que o fator de conversão difere entre trabalhadores assalariados, cujo valor é próximo de 1, e trabalhadores autônomos, com fator estimado em 1,29. Segundo os autores, o alto fator de correção entre os trabalhadores autônomos reflete a dificuldade de suprir a mão de obra necessária ao mercado. Lal (1979), com base em metodologia proposta pela OCDE, estimou um fator de conversão de 0,73, reforçando a relevância dos salários-sombra em mercados com alta segmentação.

Diretrizes internacionais, como o "Green Book" do Reino Unido e manuais de custo-benefício da União Europeia, Austrália e Canadá, também fornecem metodologias detalhadas para calcular preços-sombra. O "Green Book", por exemplo, propõe a avaliação de empregos criados ou deslocados por projetos públicos, destacando a importância de considerar características locais do mercado de trabalho, como estrutura etária e níveis de qualificação. A Comissão Europeia (2008) recomenda o uso de fatores de conversão regionais para refletir melhor as particularidades de mobilidade e informalidade no mercado de trabalho.

Na Austrália, o Manual de Análise de Custo-Benefício (2006) distingue entre mercados competitivos e situações de desemprego involuntário ao calcular o preço-sombra. Em mercados competitivos, o salário bruto é utilizado; já em casos de desemprego involuntário, considera-se o seguro-desemprego e uma compensação adicional para o lazer. O Canadá, em suas diretrizes de custo-benefício, sugere que salários-sombra podem variar entre regiões com diferentes taxas de desemprego, sendo mais baixos em áreas rurais com alta migração de trabalhadores não qualificados.

O Cost Benefit Primer (2005) da Nova Zelândia assume que todos os recursos econômicos são plenamente utilizados, implicando que o trabalho empregado em projetos públicos pode não gerar benefícios líquidos. Similarmente, diretrizes dos EUA consideram o pleno emprego como base para análises, excluindo multiplicadores de emprego dos

benefícios medidos. Apesar dessas limitações, Del Bo, Fiorio e Florio (2011) propõem uma metodologia simplificada baseada em condições estruturais regionais, como PIB per capita, taxas de desemprego e mobilidade migratória.

Esses autores dividem os mercados de trabalho em categorias como "fairly socially efficient" (eficiência social relativa), "quasi-Keynesian unemployment" (desemprego keynesiano) e "labour dualism" (dualismo laboral). Mercados eficientes apresentam baixo desemprego e trabalho pago de acordo com o valor marginal. Já mercados de dualismo laboral, comuns em áreas rurais ou urbanas informais, requerem ajustes significativos para refletir o verdadeiro custo social da mão de obra.

Assim, o preço-sombra da mão de obra constitui uma ferramenta essencial para a avaliação de projetos públicos, especialmente em economias com distorções de mercado. A adaptação de metodologias internacionais ao contexto local é considerada uma prática que pode garantir maior eficiência econômica e justiça social, levando em conta as especificidades de cada região e mercado de trabalho.

2.2. Metodologia

Existe um consenso sobre a definição de taxa de salário-sombra como sendo o custo marginal de oportunidade social do trabalho. Dessa forma, ao fazer uma avaliação de um projeto de investimento público, é importante avaliar o impacto líquido do bem-estar para a sociedade ao utilizar uma unidade adicional de trabalho. Little e Mirrlees (1974) executaram análises em países desenvolvidos num contexto com dois cenários, o moderno/urbano e o informal/rural, identificando as seguintes diferenças: no primeiro, as condições de trabalho são bastante regulamentadas, por existir salário mínimo, legislações trabalhistas, sindicatos; no segundo há uma regulamentação muito menor no mercado de trabalho, com um número maior de trabalhadores autônomos em pequenas empresas ou propriedades rurais, além de um desemprego quase que "oculto". Del Bo, Fiorio e Florio (2011), com base em Little e Mirrlees (1974), propõem o seguinte modelo:

$$SWR = \left[c_2 + d - e + L \left(\frac{\partial c}{\partial L} \right) \right] - \left[V(c_2) - V(c_1) + v(c_1)(c_1 - m) + v(c_2)L \left(\frac{\partial c}{\partial L} \right) \right] \quad (1)$$

onde:

SWR (Shadow Wage Rate): salário sombra relativo, calculado a partir da razão entre os preços reais da mão de obra nos setores formal/urbano e informal/rural.

c_1 : consumo médio do trabalhador rural deslocado, que possivelmente passará a ser inserido e transferido para o contexto urbano por causa da nova oportunidade de trabalho.

c_2 : é o novo nível de consumo após o início do projeto e novos contratos de trabalhadores;

d : é o custo da urbanização relacionado à migração do trabalhador do campo (incluindo custos de transporte, alimentação, acomodação e outros bens/serviços em sua nova localização);

e : representa qualquer economia de custos associada aos novos empregos (por exemplo, redução dos gastos com auxílios do governo);

$L\left(\frac{\partial c}{\partial L}\right)$: é o efeito do aumento do emprego sobre o consumo (c_2) dos empregados existentes (L);

m : valor da produtividade marginal do trabalhador rural;

Little e Mirrlees (1974) usam pesos de bem-estar para cada nível de consumo. Formalmente $v(c_1) = \frac{dV(\cdot)}{dc_1}$ e $v(c_2) = \frac{dV(\cdot)}{dc_2}$, são os pesos marginais de bem-estar relacionados aos níveis de consumo c_1 e c_2 , respectivamente. Além disso, $V(\cdot)$ é a função de bem-estar social, e $V(c_1)$ e $V(c_2)$ são os níveis de bem-estar associados a c_1 e c_2 , respectivamente.

Nesse sentido, os autores mantêm a suposição padrão de que os pesos do bem-estar podem ser computados por: $v(c_i) = (c_0/c_i)^\eta$, onde $\eta = \left| (c/v) \left(\frac{\partial v}{\partial c} \right) \right|$, ou a elasticidade da utilidade marginal do consumo (para uma função de utilidade iso-elástica), e c_0 é definido como o nível "base" de consumo. A elasticidade marginal do consumo η representa o bem-estar social à renda/consumo privado.

O primeiro termo (entre colchetes) no lado direito da equação (1) representa o impacto total do consumo do emprego adicional. É um custo social, pois a economia terá de “comprometer recursos para apoiar o consumo dos novos empregados” a partir do pagamento dos salários etc. Adicionalmente, embora exista esse “custo social”, existe o efeito positivo

para os contribuintes, uma vez que agora o Governo terá de pagar menos benefícios sociais, e poderá alocar esses recursos em outros setores. O segundo termo representa a mudança de bem-estar associada ao nível de consumo, pois os novos funcionários, que anteriormente só podiam desfrutar do nível de consumo c_1 , agora possuem um nível de consumo c_2 , sendo que $c_2 > c_1$, logo houve um aumento do seu bem-estar $V(\cdot)$. Além disso, o impacto do bem-estar referente ao aumento de renda e consumo sobre outros trabalhadores, causado pela redução do nível de desemprego, também é mensurado em c_2 .

Todas as variáveis c_i e m são expressas a preços sombra, o que significa que o consumo e a produção são avaliados a preços que refletem o valor social dos bens. Dessa forma, o custo social marginal do emprego representa a mudança no bem-estar social líquido causado pelo aumento do nível de consumo, pelo lado do custo, e pela soma dos benefícios a esses indivíduos, pelo lado dos benefícios, mensurados a partir dos pesos de bem-estar, conforme proposto por Little e Mirrlees (1974). Após simplificações algébricas, considerando c_2 próximo de c_1 e salários inelásticos a mudanças marginais no emprego ($\frac{\partial c}{\partial L}=0$), obtêm-se a seguinte equação:

$$SWR = c' - \left(\frac{1}{s}\right)(c_2 - m) \quad (2)$$

onde $c' = c_2 + d - e + L\left(\frac{\partial c}{\partial L}\right)$, e c' representa o compromisso total de consumo da economia. Na equação (2), a variável s pode ser definida como a razão entre o valor social do investimento público e o consumo privado (Little e Mirrlees, 1974).

Ao calcular o inverso de s , Little e Mirrlees (1974) traduziram o valor do consumo atual em valor de investimento. Assim, tendo em vista que s é maior que o valor presente líquido do consumo futuro gerado pelo investimento público, logo ele é maior do que consumo atual (taxa social de desconto está relacionada à relação entre consumo futuro e consumo atual). Em geral, conforme Little e Mirrlees (1974), $s > 1$ tendo em vista as restrições de investimentos. Assim, se a remuneração do trabalhador em seu trabalho anterior fosse $m=c_i$, sua produtividade marginal, haveria um benefício privado para o trabalhador, dado pela diferença entre seu nível atual e anterior de remuneração.

A relação entre equações (1) e (2) não é tão simples, e requer maiores detalhamentos. Primeiro, c' na equação (2) deve ser observado como um termo bastante abrangente para ajustes diretos e indiretos nos níveis de consumo. Em segundo, seguindo Little e Mirrlees

(1974), $v(c) = \frac{dV}{dc}$ e $V(c_2) - V(c_1) = \int_{c_1}^{c_2} v(c)dc = v(c_2)c_2 - v(c_1)c_1$, o que simplifica ainda mais a equação (1). Em terceiro, se os salários são rígidos para mudanças marginais no nível de emprego, $\frac{\partial c}{\partial L} = 0$, e esse efeito indireto também desaparece. Sendo assim, a equação (1) pode ser simplificada para (3).

$$SWR = c' - [v(c_2)c_2 - v(c_1)m] \quad (3)$$

Esta expressão pode ser reduzida para (2) se for considerado que $v(c_2)$ possui valor próximo a $v(c_1)$, e que o inverso de s é próximo de $v(c_2)$. Ou seja, se for assumido que o peso do bem-estar relacionado a c_1 e c_2 é o mesmo, dessa forma o único passo necessário para ir de (1) para (2), seria justificar a igualdade entre o ganho de bem-estar proveniente do consumo e o inverso do valor social do investimento. Na verdade, se os responsáveis pelo planejamento forem benevolentes e alocarem de forma ideal o gasto público, o valor social do investimento público será equivalente ao bem-estar de outras despesas do Governo, sobretudo aqueles referentes a transferências para programas sociais. No entanto essa não é a realidade brasileira. Há, portanto, em princípio, uma proximidade entre o inverso de s e o nível “base” de consumo privado c_0 .

Então, a partir da simplificação de utilização de utilidade iso-elástica, o ganho de bem-estar de uma função de bem-estar genérica é definida sobre utilidades individuais, como: $v(c^h) = \beta^h = \left(\frac{c_0}{c^h}\right)^\eta$, onde β^h é o ganho de bem-estar de um grupo específico (no caso dessa proposta de estudo, seria a pessoa média cujo nível de consumo $c^h = y^h$, onde a renda y^h é toda gasta em consumo, c_0 é o consumo “base” de referência onde y^h é o nível de renda do grupo, e $\eta = \left| (c/v) \left(\frac{\partial v}{\partial c}\right) \right|$ representa a elasticidade (constante) do bem-estar social para a renda sobre o consumo. Little e Mirrlees (1974) afirmam que uma vez que se conhece s é possível calcular c_0 .

Para simplificar ainda mais, pode-se assumir que $c_2 = c'$, ou seja, considera-se que o custo de urbanização d como insignificante, mas o custo de urbanização deve ser balanceado pelos benefícios fiscais, então interpreta-se m de forma genérica como o valor do trabalho no emprego anterior, e conforme o pressuposto de Little e Mirrlees (1974), de que a poupança

privada dos trabalhadores é insignificante, considera-se que $c = y = w$, onde w é o valor de consumo do salário a preço sombra. Dessa forma, simplificando algebricamente, obtêm-se a equação (4).

$$SWR^h = \beta^h m^h + (1 - \beta^h) w^h \quad (4)$$

onde SWR , m e w , são calculados a preços sombra.

Embora as análises desenvolvidas por Little e Mirrlees (1974) tenha sido proposta para avaliar a divisão urbano/rural, Del Bo, Fiorio e Florio (2011) mostraram que a equação (3) é mais geral e pode ser adaptado para abranger estruturas mais gerais do mercado de trabalho, para isso eles utilizaram os trabalhos de Drèze e Stern (1987) e Drèze e Stern (1990), onde originalmente foram analisadas três situações: mercado de trabalho competitivo, desemprego keynesiano, mercado de trabalho dualista (que nessa proposta será quebrado em mercado formal e informal). De acordo com características estruturais específicas, o valor da produtividade marginal na ocupação anterior, m , varia dependendo de qual categoria os trabalhadores deslocados pelo “projeto” vêm. Nesse sentido, pode-se considerar casos diferentes para o cálculo dos salários-sombra que serão calculados.

Assim, o custo social da mão de obra para a economia é uma combinação linear ponderada do bem-estar do trabalhador, antes e depois do projeto, calculada a preços sombra para eliminar distorções oriundas da intervenção estatal ou falhas de mercado. Seguindo esta linha, e, tendo em vista as especificidades do mercado de trabalho nacional, será apresentada uma metodologia de estimação do preço sombra da mão de obra para o Brasil a partir da estratificação desse mercado entre pessoas com maior e menor qualificação.

2.1.1. Mão de obra com menor qualificação

Em uma economia com rigidez salarial, do tipo quasi-keynesiana, onde o aumento do emprego afeta o lazer em vez de emprego em outros lugares, o salário sombra é igual ao salário de reserva, corrigido por um termo distributivo que mede o valor social marginal do aumento da renda usufruída pelo trabalhador extra contratado. Esta equação de salário sombra parece particularmente relevante para algumas economias ocidentais onde existe rigidez salarial significativa, o que implica que uma redução no emprego acarreta maior lazer (forçado) em vez de oferta de trabalho em função do barateamento da mão de obra.

Esse capítulo segue a lógica, de forma simplificada, das discussões apresentadas por Drèze e Stern (1987) e posteriormente ampliadas por Del Bo *et al.* (2011), que apresentam solução para otimização da Função de Bem-Estar Social (*Social Welfare Function - SWF*) em um modelo com “*i*” bens ($i = 1, \dots, I$), com *G* produtores ($g = 1, \dots, G$), *H* consumidores ($h = 1, \dots, H$) e um planejador social benevolente. Em Drèze e Stern (1987), a unidade de análise são domicílios individuais e se considera, de forma a simplificar o modelo, o consumidor médio da região *h*. O cálculo do salário, como mostrado em Del Bo *et al.* (2011), não considera a tributação indireta. Dessa forma, simplificando algebricamente a equação (4), obtêm-se a equação (5) para a função do bem-estar social:

$$SW_{MOMQ} = \beta r_w - bw \quad (5)$$

onde SW_{MOMQ} representa a taxa do salário sombra da mão de obra com menor qualificação, sendo o primeiro termo do lado direito da equação representa “o lado de custos” e o segundo “o lado dos benefícios”. Originalmente, Del Bo *et al.* (2011) supõe que $b = (\beta - 1)$, no entanto essa suposição refletiria que “toda a renda do trabalhador seria gasta em consumo”, ou seja, a renda seria igual à demanda e à oferta.

O parâmetro β indica que, quanto maior a distância entre a renda *per capita* e o limiar da pobreza, maior a participação do trabalho formal, pois as pessoas podem “abrir mão” de uma parcela maior de seu consumo presente para poupar, financiando o Estado e bens públicos como previdência e seguro-desemprego. Consiste, pois, no custo de oportunidade de trabalhador abrir mão de parte de sua renda para financiar benefícios sociais fornecidos pelo setor público.

O desemprego “quasi-keynesiano” só existe no mercado formal, que é o que tem benefícios sociais. Uma sociedade muito pobre, onde a renda *per capita* é próxima do limiar da pobreza, tende a ter um mercado informal muito maior porque o custo de oportunidade de “abrir mão” de parte do consumo privado é muito elevado. Esse parâmetro é calculado a partir da seguinte equação (6):

$$\beta = \left(\frac{Y^0}{Y^h} \right)^\eta \quad (6)$$

onde Y^0 representa o “limiar de pobreza”, conforme definido por Jolliffe e Prydz (2016), o termo Y^h representa o PIB *per capita* da região analisada, e δ é a elasticidade (constante) do bem-estar social à renda/consumo privado e reflete peso do consumo público na utilidade das famílias.

O parâmetro δ mede o grau de eficiência do Estado na provisão de bens públicos e, uma vez que o β é estimado a partir da razão limiar da pobreza pela renda per capita, deve ser calibrado. Se ele for 1, significa que o Estado é eficiente e não há diferença entre consumo privado e bem público, de modo que a divisão formal/informal refletirá exatamente a distância da renda para o limiar da pobreza. Já se for zero, o Estado é totalmente ineficiente e as pessoas atribuem zero valor a seus serviços, de modo que não vão “abrir mão” de seu consumo. Independentemente do nível de renda (o β elevado a zero vira 1 e todo o trabalho é informal). O caso mais verossímil é o intermediário: o Estado tem alguma ineficiência, mas ainda provê bens públicos.

Um parâmetro η menor que 1, indica que se tem na prática um fator de correção em cima da distância limiar da pobreza sobre a renda per capita. Caso essa distância seja 1 para 4, ou seja, a renda per capita seja 4 vezes o limiar da pobreza, nesse caso o β é igual a 0,25, o que significa que, se não houvesse ineficiência do Estado, 25% dos trabalhadores seriam informais e 75% formais.

Ferreira e Nascimento (2005) fazem análises de sensibilidade para δ com valores de 0 e 1, e apontam, por estudos anteriores, que os setores público e privado seriam substitutos imperfeitos com $\eta < 0,5$, sugerindo o valor de 0,5 como referência para o Brasil. Outro estudo para o Brasil, foi desenvolvida por Ferreira e Maliagos (1999), que utilizaram métodos de co-integração e encontraram elasticidades de longo prazo para capital de infraestrutura acima de 0,4. Nesse capítulo, será considerado o resultado de Ferreira e Nascimento (2005), por ser o estudo mais recente verificado.

Por exemplo, ao considerar $\eta=0,5$, para corrigir assumindo alguma ineficiência do Estado, o valor do beta, utilizado no exemplo anterior, passa a ser $\beta^\eta=0,25^{0,5}$, que é igual a 0,5. Então, com esse fator de correção, o β passa a ser 0,5 e há 50% de formais e 50% de informais. Para os dados do trabalho, a mudança não será tão significativa porque a renda média não está muito longe do limiar da pobreza no Brasil. Mas o efeito será sempre nessa direção: o expoente menor que 1 sempre faz a parcela de informais aumentar. Tendo em vista,

que existem bens que os consumidores querem adquirir, mas a sua renda não permite, esse capítulo propõe a inserção do termo γ .

Esse termo reflete os tributos sobre os trabalhadores e as fricções de mercado de trabalho, mensurado pelos impostos pagos pelos trabalhadores, e a taxa de desemprego. A taxa de desemprego serviria como um “termômetro” para o nível de consumo. Logo, $\gamma = (1 - u)(1 - t)$, onde “ u ” representa a taxa de desemprego regional e “ t ” os tributos diretos sobre o salário pagos pelo trabalhador. Como tributos pagos pelo trabalhador, foram considerados o Imposto de Renda Pessoa Física (IRPF), valor por faixa salarial e alíquota efetiva, e o recolhimento de INSS.

Sendo assim, $b = (\beta - 1)\gamma$ e substituindo na equação principal, obtém-se as equações (7) e (8):

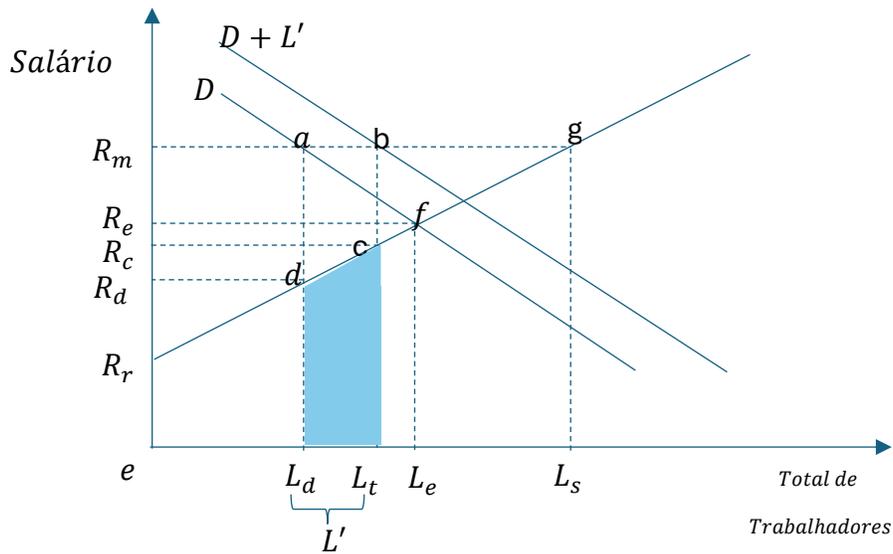
$$SW_{MOMQ} = \beta r_w - [(\beta - 1)\gamma]w \quad (7)$$

$$SW_{MOMQ} = \beta r_w - (1 - \beta)\gamma w \quad (8)$$

O parâmetro w representa o salário médio regional de mercado, obtido a partir de dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. O parâmetro r_w representa o salário de reserva, que no modelo proposto é igual ao salário dos profissionais de baixa qualificação do mercado informal. Conceitualmente, esse parâmetro representa a menor remuneração que um trabalhador estaria disposto a receber para realizar um determinado tipo de trabalho.

Conforme mostrado por Boardman *et. al.* (2011), o mercado de trabalho para mão de obra com menor qualificação com curva de oferta S e demanda D , sujeito a salário-mínimo R_m . Nessas condições, L_s trabalhadores estão dispostos a entrar no mercado, mas apenas L_d são demandados. Se não houvesse salário mínimo, o equilíbrio neste mercado de trabalho ocorreria ao salário R_e com L_e trabalhadores. Assim, o projeto avaliado demanda L' trabalhadores, e a demanda total, recebendo o salário mínimo, sobe de L_d trabalhadores para L_t . (Figura 2).

Figura 2: Valoração de custos em mercados ineficientes



Fonte: Boardman *et. al.* (2011).

Se os trabalhadores não estiverem empregados, então seu custo de oportunidade será 0. Esta abordagem considera que o tempo desses desempregados não tenha valor, o que é claramente inapropriado. Muitos deles estão atuando em outras atividades (busca de emprego, cuidando de crianças, da casa etc.). Mesmo que estivessem em completa ociosidade, tal ociosidade tem algum valor para eles. Poucos estariam dispostos a trabalhar sem receber nada. R_r indica o valor mínimo que alguém aceitaria para deixar a ociosidade e trabalhar para outra pessoa (Boardman *et al*, 2011).

Entretanto, vale lembrar que as probabilidades de doenças, divórcio e suicídio aumentam quando o indivíduo está desempregado, o que sugere que o custo de oportunidade de pessoas desempregadas pode mesmo ser bem baixo. Uma estimativa direta é o gasto do projeto com os L' trabalhadores. Porém, está claramente superestimando o custo de oportunidade.

Como indicado no gráfico da Figura 2, a área $abcd$ representa o excedente do produtor dos trabalhadores recém contratados. Subtraindo isso do orçamento, obter-se-ia o custo de oportunidade igual a cdL_dL_t . Essa abordagem pressupõe que todos os trabalhadores contratados valorizam seu tempo entre R_d e R_c . Entretanto, como o salário de fato é R_m , qualquer trabalhador que valora abaixo de R_d e acima de R_c aceitaria o trabalho, isto é, qualquer um que aceite entre R_r e R_m . Assim, assumindo uma distribuição homogênea de

trabalhadores entre 0 e L_s , o custo de oportunidade seria obtido pela média entre R_r e $R_m = \frac{1}{2}(R_r + R_m)$ vezes a quantidade L' .

R_r representa o custo de oportunidade de abdicar do lazer para trabalhar. Num país pobre ou de renda média baixa, e com grande contingente de pessoas recebendo baixos salários e em condição de informalidade (sem salário desemprego), esse custo pode ser desprezado pois a imensa maioria dos trabalhadores não percebe valor no seu tempo ocioso. Programas de renda mínima podem influenciar esse custo, no entanto, seu valor reduzido e sua natureza legal transitória dificultam a estimação precisa de seus efeitos na função, de modo que a hipótese de que seja próximo de zero não é irrealista.

Enfim, embora as análises desenvolvidas por Little e Mirrlees (1974) tenha sido proposta para avaliar a divisão urbano/rural, Del Bo *et al* (2011) mostraram que a equação (5) é mais geral e pode ser adaptada para abranger estruturas mais generalizadas do mercado de trabalho, para isso eles utilizaram os trabalhos de Drèze e Stern (1987) e Drèze e Stern (1990).

2.1.2. Mão de obra com maior qualificação

Conforme detalhado no *CBA Guide da União Europeia* (2008), em um mercado onde os benefícios oriundos do desemprego (lazer, aprendizado e requalificação, etc.) não estão disponíveis ou são extremamente baixos, e existe dificuldade na estimativa detalhada sobre o mercado de trabalho local, pode-se utilizar um fator de conversão que indica que algumas pessoas aceitariam cortes em sua renda, líquidos de impostos, em proporção direta ao desemprego verificado na região. Mas geralmente não abaixo do valor do seguro-desemprego ou do apoio privado, se esses benefícios se encontram disponíveis para elas quando desempregados. Essa situação é apresentada na equação (9):

$$SW_{MQ} = w[(1 - u)(1 - t)] \quad (9)$$

Dessa forma, simplificando algebricamente, obtêm-se a equação (10):

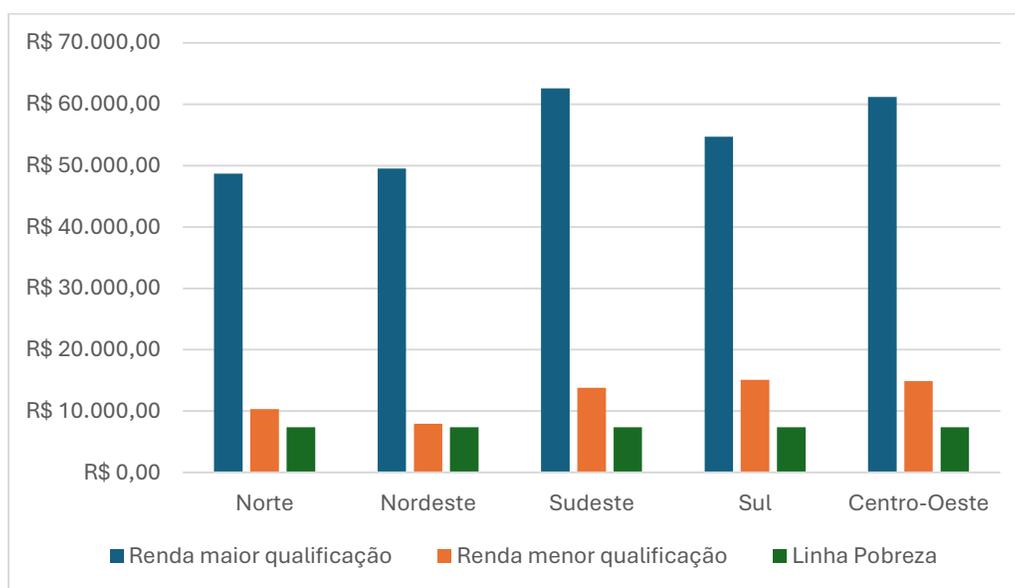
$$SW_{MQ} = w\gamma \quad (10)$$

O SW_{MQ} representa a taxa do salário sombra da mão de obra com maior qualificação. O parâmetro “w” representa o salário médio regional de mercado, obtido a partir de dados da

Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. E $\gamma = (1 - u)(1 - t)$, onde “u” representa a taxa de desemprego regional e “t” os tributos diretos sobre o salário pagos pelo trabalhador.

A equação (10) mostra que algumas pessoas aceitariam salários menores, em proporção direta ao desemprego na região. Isso se justifica pelo fato de que a mão de obra com maior qualificação já possui remuneração acima do nível mínimo de consumo, como pode ser observado na Figura 3, onde é apresentado a relação entre a renda média regional e a linha de pobreza. Logo, em caso de crises e desemprego maior, eles conseguiriam se manter com uma renda menor. Conforme a figura 3, observa-se as diferenças entre os trabalhadores com maior e com menor qualificação.

Figura 3: Comparativo de renda trabalhadores com maior e menor qualificação



Fonte: PNAD.

2.3. Análise do Caso Brasileiro

O cenário avaliado reflete os níveis de renda, educação e desemprego atuais brasileiros. Os valores foram agregados por regiões² de forma a diluir distorções entre regiões metropolitanas e interior, de forma que a análise refletisse com maior precisão os fatores de

² Vide Anexo1 e Anexo 2 o detalhamento dos dados por UF utilizados.

correção salariais. As equações (11) e (12) indicam os cálculos realizados para Mão de Obra com Maior Qualificação (11) e com Menor Qualificação (12).

$$SW_{MQ} = \gamma w \quad (11)$$

$$SW_{MOMQ} = \beta r_w - (1 - \beta)\gamma w \quad (12)$$

1. $\beta = \left(\frac{Y^0}{Y^h}\right)^\delta$ Onde Y^0 representa o “limiar de pobreza”, conforme definido por Jolliffe e Prydz (2016), o termo Y^h representa o PIB *per capita* da região analisada, e δ é a elasticidade (constante) do bem-estar social à renda/consumo privado e reflete peso do consumo público na utilidade das famílias;
2. $\gamma = (1 - u)(1 - t)$, onde “u” representa a taxa de desemprego regional e “t” os tributos diretos sobre o salário pagos pelo trabalhador.
3. O parâmetro “w” representa o salário médio regional de mercado, obtido a partir de dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
4. O parâmetro r_w representa o salário de reserva, que no modelo proposto é igual ao salário dos profissionais de baixa qualificação do mercado informal (conceitualmente, a menor remuneração que um trabalhador estaria disposto a receber para realizar um determinado tipo de trabalho).

A Figura 4 apresenta o cenário atual com fatores de conversão para as qualificações por regiões o que apresenta uma diferenciação na ponderação entre regiões e entre qualificações.



Figura 4: Fator de conversão de salário por região geográfica³

Em relação à mão de obra com menor qualificação, observa-se que a região nordeste, por ser uma região mais pobre⁴, com custo de vida menor e o desemprego maior, logo as pessoas estariam dispostas a trabalhar por salários menores, com isso o salário sombra estaria mais distante do salário de mercado. Por outro lado, a região sul, que é mais rica e possui níveis de desigualdade social menores, e menores níveis de desemprego, as distorções seriam menores entre o salário de mercado e salário sombra.

O nível de instrução é mensurado pelo grau declarado na PNAD, sendo eles: ensino fundamental incompleto ou equivalente, ensino fundamental completo ou equivalente,

³ O primeiro número representa o fator de correção salarial para pessoas com maior qualificação e o segundo número representa o fator de correção salarial para pessoas com menor qualificação.

⁴ A expressão “mais pobre” significa que a renda dos mais pobres é mais próxima da linha de pobreza dentre as outras regiões estudadas.

ensino médio incompleto ou equivalente, ensino médio completo ou equivalente, ensino superior incompleto ou equivalente e ensino superior completo ou equivalente.

2.4. Estudo de Caso

A análise de custos e benefícios (ACB) é uma ferramenta indispensável para a avaliação de projetos de infraestrutura, permitindo a comparação sistemática de custos e benefícios econômicos associados a diferentes cenários. O estudo de caso de uma rodovia portuguesa⁵ ilustra como a metodologia pode ser aplicada para determinar a viabilidade e priorização de investimentos públicos.

No conceito fundamental da ACB, a comparação é feita entre a situação-base, também chamada de "cenário sem o projeto", e o cenário proposto, que inclui a execução da rodovia. O objetivo é identificar como a nova infraestrutura impacta o bem-estar socioeconômico em relação ao *status quo*. Para precificar adequadamente os custos e benefícios, é essencial considerar valores econômicos reais, ajustados para externalidades, impostos e subsídios. Essa abordagem garante que os cálculos reflitam os verdadeiros impactos sociais do projeto.

No caso da rodovia, os custos econômicos incluem os gastos de construção, manutenção e operação, enquanto os benefícios englobam a redução de custos de transporte,

⁵ O estudo de caso aborda a construção de uma autoestrada em Portugal que conecta duas cidades de médio porte, passando por uma área densamente povoada. A infraestrutura existente apresentava congestionamentos em pontos críticos, além de problemas ambientais e de segurança para os moradores. O projeto tinha como objetivos principais reduzir o congestionamento da rede atual, atender à crescente demanda por transporte de passageiros e mercadorias decorrente do rápido desenvolvimento da região e mitigar a poluição atmosférica e sonora para os residentes locais. Como medida adicional, veículos pesados foram proibidos de transitar na parte da rede existente mais sensível a riscos ambientais. A nova autoestrada foi planejada para atrair tráfego desviado da infraestrutura atual, além de um pequeno volume de tráfego gerado. Como o modelo de desenvolvimento da área dependia do transporte rodoviário e alternativas viáveis não estavam disponíveis, esperava-se um impacto limitado em termos de tráfego adicional. A análise de viabilidade incluiu previsões detalhadas de tráfego e uma avaliação financeira e econômica rigorosa. Para viabilizar o projeto, foi decidido implementar um sistema de portagens, já que o financiamento público não cobria integralmente os custos do investimento. Os custos financeiros do projeto abrangeram a construção, intersecções, acessos, reparos na rede existente, desapropriações e despesas gerais. Também foram considerados os custos de manutenção ordinária e extraordinária, além dos custos administrativos relacionados às portagens. As receitas projetadas estavam associadas às tarifas cobradas pelo uso da nova estrada. A análise econômica incluiu ajustes fiscais e a aplicação de fatores de conversão para calcular os custos econômicos e os benefícios sociais, divididos entre os usuários da nova autoestrada e os que permaneceram utilizando a rede existente. No entanto, os resultados indicaram fragilidade relativa do projeto, com uma taxa interna de retorno econômico levemente abaixo do limiar de aceitação. A análise destacou a importância dos benefícios associados a bens não comercializáveis para a viabilidade econômica, embora estes apresentassem certo grau de incerteza

economia de tempo e melhoria na segurança rodoviária. A metodologia utilizada envolve a análise de fluxo de caixa social, onde as entradas são representadas pelos benefícios econômicos anuais e as saídas pelos custos anuais ao longo do ciclo de vida do projeto.

O objetivo central da análise é fornecer uma base para priorizar investimentos governamentais com base em um ranking do Valor Social Presente Líquido (VSPL). Essa métrica sintetiza os benefícios líquidos de cada projeto, permitindo comparações consistentes entre diferentes opções. No exemplo português, a rodovia foi analisada considerando cenários alternativos, incluindo a manutenção das estradas existentes, melhorias modestas e a construção de uma nova via. Cada alternativa foi avaliada quanto à capacidade de atingir os objetivos socioeconômicos. O fluxo de caixa social para o cenário da nova rodovia foi projetado ao longo de um horizonte de 30 anos, considerando custos iniciais elevados, mas benefícios crescentes à medida que o uso da via aumenta.

Os principais benefícios incluídos na análise foram a redução do tempo de viagem, menores custos operacionais de veículos e a mitigação de acidentes. Esses ganhos foram monetizados com base em estudos de caso anteriores e padrões locais. Do lado dos custos, a construção foi o maior componente, seguida pela manutenção e pelos impactos ambientais mitigados por medidas corretivas. A análise incluiu a precificação de externalidades positivas, como a redução de emissões de carbono e a promoção do desenvolvimento regional, atribuíveis à melhora do acesso e conectividade proporcionados pela nova rodovia. Um fator crítico foi a taxa de desconto utilizada para calcular o VSPL. Essa taxa reflete o valor do dinheiro no tempo e permite a comparação entre benefícios e custos ocorridos em diferentes períodos.

A taxa de desconto escolhida para fins ilustrativos foi de 8,5 %. Essa taxa assegurou que os resultados fossem consistentes com outras análises de infraestrutura realizadas na União Europeia. O cenário sem o projeto, usado como referência, incluiu a manutenção da rodovia existente. Apesar de seus custos menores, os benefícios também foram reduzidos devido às limitações de capacidade e deterioração da segurança.

O cenário de melhorias modestas na via existente mostrou-se mais viável em termos financeiros, mas incapaz de atender à demanda crescente por transporte entre as regiões conectadas. A construção da nova rodovia, por outro lado, apresentou um VSPL

significativamente maior, evidenciando um impacto positivo robusto no bem-estar geral da população.

Uma análise de sensibilidade foi conduzida para avaliar como variações nos custos de construção, taxas de desconto e crescimento do tráfego poderiam impactar os resultados. Essa abordagem garantiu a robustez da decisão. A análise revelou que, mesmo em cenários pessimistas, o projeto da nova rodovia manteve um VSPL positivo, confirmando sua viabilidade econômica e social.

Os resultados destacaram a importância de incluir impactos indiretos na análise. Entre eles, estavam o aumento da competitividade econômica das regiões conectadas e o estímulo à criação de empregos. A priorização baseada no VSPL permitiu que o projeto fosse comparado com outras iniciativas de infraestrutura, garantindo que os recursos fossem alocados para intervenções de maior impacto.

O estudo de caso ilustra como a ACB pode ser uma ferramenta poderosa para decisões de políticas públicas, promovendo transparência e justificativa baseada em evidências. Esse estudo reafirma que a priorização de investimentos com base no VSPL garante que projetos de maior impacto recebam precedência, maximizando o retorno social dos recursos públicos.

O estudo de caso foi desenvolvido com base em premissas econômicas que buscam refletir a realidade dos custos associados ao setor de infraestrutura. Para a análise, foi considerado que 50% do CAPEX do projeto, ou seja, do capital investido em bens de capital, representa despesas relacionadas à mão de obra. Esse percentual foi definido com base em modelos econômico-financeiros (MEFs) e nos dados disponibilizados pelo CBIC. Dados é o portal de informações da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), especificamente no indicador "CUB Médio Brasil – Custo Unitário Básico de Construção por m² Desonerado".

Dentro do montante destinado à mão de obra, foi adotada uma segmentação para refletir a qualificação dos trabalhadores. Considerou-se que 70% dessa força de trabalho corresponde a profissionais de menor qualificação, enquanto os outros 30% referem-se a trabalhadores com maior qualificação. Essa divisão foi fundamentada em padrões observados

em MEFs, garantindo que a análise incorpore a realidade do mercado e a diversidade de competências exigidas para a execução do projeto.

Essas premissas foram aplicadas de maneira a alinhar a análise de custos à composição típica de projetos de infraestrutura, permitindo maior precisão na avaliação do impacto da mão de obra sobre os custos totais e, conseqüentemente, nos benefícios líquidos gerados pelo projeto. Além disso, essas considerações ajudam a sustentar a relevância da correção de custos por meio de preços-sombra, especialmente em setores onde as disparidades salariais e a qualificação profissional desempenham papéis cruciais na estrutura de custos. As figuras⁶ 5 e 6 exemplificam um fluxo de caixa social sem e com correção do preço sombra da mão de obra.

Sem Nenhuma Correção										
	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	...	Ano 20	...	Ano 25	Ano 30
Investimento	-621,34	-621,34	-621,34	-621,34	-621,34	...	-	...	-	-
Custos de manutenção e operação	-	-	-	-	-	...	-81,48	...	-78,97	...
Valor residual dos investimentos	-	-	-	-	-	...	-	...	-	1.842,60
Total dos custos econômicos	-621,34	-621,34	-621,34	-621,34	-621,34	...	-81,48	...	-78,97	1.760,87
Benefícios do valor do tempo	-	-	-	-	-	...	-66,29	...	-88,76	...
Benefícios do custo operacional dos veículos	-	-	-	-	-	...	328,47	...	339,95	291,59
Benefício de redução de acidentes	-	-	-	-	-	...	180,88	...	192,07	204,07
Benefício da menor emissão de CO2	-	-	-	-	-	...	39,24	...	40,62	34,84
Total de benefícios econômicos	-	-	-	-	-	...	482,30	...	483,88	449,09
Fluxo de caixa social	-621,34	-621,34	-621,34	-621,34	-621,34	...	400,82	...	404,91	2.209,96

Taxa social de desconto: 8,5% | VSPL social: R\$ 1.010 milhão

Figura 5: Análise Custo-Benefício Sem Correção do Preço Sombra da Mão de Obra⁷

Com Correção na Mão de Obra										
	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	...	Ano 20	...	Ano 25	Ano 30
Investimento	-513,82	-513,82	-513,82	-513,82	-513,82	...	-	...	-	-
Custos de manutenção e operação	-	-	-	-	-	...	-67,38	...	-65,30	...
Valor residual dos investimentos	-	-	-	-	-	...	-	...	-	1.842,60
Total dos custos econômicos	-513,82	-513,82	-513,82	-513,82	-513,82	...	-67,38	...	-65,30	1.775,02
Benefícios do valor do tempo	-	-	-	-	-	...	-66,29	...	-88,76	...
Benefícios do custo operacional dos veículos	-	-	-	-	-	...	298,64	...	309,08	265,11
Benefício de redução de acidentes	-	-	-	-	-	...	180,88	...	192,07	204,07
Benefício da menor emissão de CO2	-	-	-	-	-	...	39,24	...	40,62	34,84
Total de benefícios econômicos	-	-	-	-	-	...	452,47	...	453,00	422,61
Fluxo de caixa social	-513,82	-513,82	-513,82	-513,82	-513,82	...	385,09	...	387,70	2.197,62

Taxa social de desconto: 8,5% | VSPL social: R\$ 1.274,66 milhões

Figura 6: Análise Custo-Benefício Com Correção do Preço Sombra da Mão de Obra

⁶ Vide detalhamento no Anexo 6.

⁷ O fluxo de caixa foi feito com base em estudo de caso apresentado no Guia Europeu para ACB. Disponível em:

<https://poseur.portugal2020.pt/pt/media/not%C3%ADcias/dispon%C3%ADvel-guia-para-an%C3%A1lise-custo-benef%C3%ADcio-de-projetos-de-investimento-ferramenta-de-avalia%C3%A7%C3%A3o-econ%C3%B3mica-da-pol%C3%ADtica-de-coes%C3%A3o-2014-2020/>

A análise apresentada indica um aumento substancial no Valor Social Presente Líquido (VSPL) de um projeto após a aplicação de correções relacionadas ao conceito de preço-sombra da mão de obra. Inicialmente, o VSPL do projeto foi estimado em R\$ 1.010 milhões, refletindo os benefícios líquidos calculados a partir de custos e receitas associadas à execução da iniciativa. Contudo, ao ajustar os custos de mão de obra utilizando preços-sombra, o VSPL aumentou para R\$ 1.274,66 milhões, evidenciando um incremento significativo na eficiência econômica do projeto.

A utilização do preço-sombra da mão de obra desempenhou um papel crucial na análise, pois permitiu corrigir distorções que frequentemente estão presentes em mercados com alto grau de informalidade, subemprego ou sobrevalorização dos salários. Essas distorções podem levar a subestimações ou superestimações dos custos reais associados à utilização do trabalho no contexto de políticas públicas ou de investimentos em infraestrutura.

Ao incorporar o preço-sombra, a análise ajustou os custos para refletir o valor social real do trabalho, em vez de se basear apenas nos salários de mercado. Isso é particularmente relevante em contextos onde o mercado não representa adequadamente a disponibilidade e o custo de oportunidade da mão de obra, especialmente em projetos de grande escala que impactam significativamente a geração de emprego e a distribuição de renda.

A diferença de R\$ 264,66 milhões no VSPL destaca o impacto positivo de considerar essa correção metodológica, que permitiu revelar o verdadeiro potencial do projeto em termos de benefícios líquidos para a sociedade. Além de reforçar a viabilidade econômica, a análise com preços-sombra oferece uma ferramenta mais robusta para a priorização de investimentos e para a alocação eficiente de recursos públicos, demonstrando como ajustes técnicos podem melhorar a avaliação de políticas e projetos em mercados dinâmicos e desiguais.

2.5. Considerações

Este capítulo analisou o impacto das distorções nos preços de mercado sobre a avaliação de projetos de infraestrutura, com foco especial em países em desenvolvimento, como o Brasil. A revisão da literatura destacou que o uso de preços-sombra é uma ferramenta indispensável para garantir que as avaliações reflitam o verdadeiro custo de oportunidade dos insumos, evitando decisões que possam levar ao desperdício de recursos públicos.

A metodologia apresentada considerou as particularidades do mercado de trabalho brasileiro, especialmente em relação às diferenças regionais e à dualidade entre os setores formal e informal. A análise do salário-sombra demonstrou ser uma abordagem eficaz para incorporar, nas avaliações de custo-benefício, não apenas os preços de mercado, mas também as distorções provocadas por fatores como informalidade e políticas públicas específicas de cada região.

Um dos principais achados deste estudo foi a necessidade de padronizar os cálculos dos fatores de conversão dos salários-sombra no Brasil. Embora a literatura internacional forneça diversas metodologias que podem ser adaptadas ao contexto nacional, essas adaptações precisam levar em conta as peculiaridades locais, como as desigualdades regionais e as características estruturais do mercado de trabalho. Os resultados obtidos indicam que o uso de salários-sombra ajustados para as condições locais oferece uma avaliação mais realista dos custos e benefícios de projetos de infraestrutura, possibilitando uma alocação mais eficiente dos recursos públicos.

Adicionalmente, o estudo ressaltou a importância de considerar as condições de mercado no cálculo do salário-sombra. Fatores como rigidez salarial e informalidade afetam diretamente o custo de oportunidade da mão de obra e, portanto, precisam ser cuidadosamente ajustados. As metodologias discutidas demonstraram maneiras práticas de incorporar essas variáveis, resultando em estimativas mais precisas e alinhadas às realidades econômicas do país.

Outra contribuição relevante do estudo foi evidenciar a importância da integração entre a teoria econômica clássica e as metodologias empíricas modernas na formulação de políticas públicas. A combinação de modelos teóricos bem fundamentados com dados empíricos robustos permite que as avaliações de projetos sejam mais precisas e reflitam de maneira mais fidedigna as condições econômicas e sociais do Brasil.

Finalmente, o estudo apontou para a necessidade de maior integração entre as diferentes esferas governamentais e os órgãos responsáveis pela avaliação e aprovação de projetos de infraestrutura. Essa colaboração é essencial para garantir a aplicação consistente das metodologias de avaliação, assegurando que os recursos públicos sejam utilizados de forma eficiente. Nesse contexto, o uso de preços-sombra ajustados às condições locais emerge como uma ferramenta valiosa para otimizar a alocação de recursos e maximizar os benefícios sociais dos investimentos públicos.

3. Análise dos impactos de choques em preços de combustível na competição entre empresas aéreas

O mercado de combustível de aviação no Brasil representa uma das maiores barreiras para a entrada de novas empresas no setor. De acordo com a ABEAR⁸ (Associação Brasileira das Empresas Aéreas), o preço do combustível no Brasil é 41% superior ao praticado nos Estados Unidos. Além disso, o querosene de aviação corresponde a mais de 30% dos custos operacionais por voo das companhias aéreas. De acordo com Hsu e Eie (2013), choques no preço do combustível ou na cotação do dólar geram grande preocupação para as empresas do setor.

Este capítulo tem como objetivo simular os impactos de choques nos preços do querosene de aviação sobre a demanda e os custos operacionais das companhias aéreas. Considera-se, como hipótese inicial, a existência de um duopólio na rota Santos Dumont (RJ) – Congonhas (SP), em ambas as direções, hipótese corroborada pelo market-share das empresas Gol e Latam no período de 2010 a 2019, quando juntas transportaram mais de 85% dos passageiros pagos na rota. Também é analisado um cenário envolvendo empresas entrantes, como Azul e Avianca, no mesmo período, para comparar o comportamento competitivo entre participantes estabelecidos e novos competidores.

A metodologia adota uma revisão da literatura como base para identificar elementos essenciais a serem considerados em modelos de competição entre empresas aéreas com produtos diferenciados, neste caso, a oferta de voos. Em seguida, são simulados choques exógenos, isto é, eventos externos às empresas que podem elevar os custos operacionais. Tais choques incluem um aumento no preço do petróleo no mercado internacional ou uma desvalorização cambial do real, ambos resultando em elevação dos custos do combustível.

A análise quantitativa aborda os dois cenários mencionados. Paralelamente, uma análise qualitativa dos dados é conduzida para explorar fatores destacados pela literatura que influenciam a escolha do consumidor pela companhia aérea. Partindo-se da hipótese de que um aumento no preço da empresa com menor preferência resultaria em migração de

⁸ <https://www.abear.com.br/imprensa/agencia-abear/noticias/querosene-de-aviacao-qav-no-brasil-e-323-mais-carro-que-nos-eua>.

consumidores, a demanda dessa empresa, percebida de forma menos favorável, tenderia a ser mais sensível às variações de preço.

As variáveis utilizadas no estudo incluem: (a) demanda, medida pelo número de passageiros embarcados pagos; (b) preço, representando o valor médio pago por passageiro; (c) receita total, calculada como o produto entre o preço das passagens e o número de passageiros embarcados pagos; e (d) custo total, obtido pela soma do produto entre o preço dos insumos e a quantidade utilizada de cada um. O lucro é definido como a diferença entre a receita total e o custo total. Esses dados foram obtidos da Base de Dados Estatísticos do Transporte Aéreo e das Demonstrações Contábeis das empresas.

O presente estudo investiga como variações nos custos de combustíveis afetam a competição entre companhias aéreas de diferentes tamanhos no Brasil. Ele destaca que o querosene de aviação, responsável por mais de 30% das despesas operacionais, tem um impacto desproporcional sobre empresas menores, como Azul e Avianca, em comparação com maiores, como Gol e Latam, que se beneficiam de economias de escala. Utilizando modelos econométricos robustos, como o Método Geral dos Momentos (GMM), o estudo analisa a elasticidade-preço da demanda e as sensibilidades aos custos, evidenciando que empresas menores enfrentam maiores desafios para absorver aumentos de custos sem perder competitividade, o que pode levar à concentração de mercado e à redução do bem-estar do consumidor.

Além disso, o trabalho utiliza uma abordagem teórica baseada em modelos de duopólio e integra análises qualitativas e quantitativas para simular cenários de aumento de custos. Os resultados apontam que empresas maiores conseguem amortecer melhor os impactos dos choques por meio de estratégias como diversificação de receita e maior eficiência operacional, enquanto empresas menores enfrentam dificuldades significativas, como perda de demanda e redução de margens. O estudo contribui para a compreensão das dinâmicas competitivas do setor aéreo e oferece insights práticos para formuladores de políticas e gestores sobre como mitigar os riscos associados à volatilidade dos custos de combustíveis e preservar a competitividade no mercado.

Nesse sentido, tendo em vista que os custos de combustíveis representam mais de 30% das despesas operacionais das companhias aéreas e são um dos principais fatores de

vulnerabilidade no setor, especialmente em mercados altamente competitivos como o brasileiro. Este estudo aborda um problema crucial: como as empresas aéreas, especialmente as menores, podem enfrentar choques nos preços do querosene de aviação, preservando sua competitividade e sustentando a diversidade de mercado? Por meio de uma análise econométrica robusta e simulações com dados reais da rota mais movimentada do país, demonstramos como a volatilidade dos custos afeta a estrutura de mercado, reforçando desigualdades e colocando em risco o bem-estar dos consumidores. A pesquisa não só preenche lacunas importantes na literatura sobre custos e competição no setor aéreo, mas também oferece insights estratégicos e políticas práticas para mitigar os impactos de um dos maiores desafios da aviação global.

Ao longo do capítulo, a abordagem busca fornecer uma análise abrangente dos impactos de custos de combustível no setor aéreo brasileiro, considerando tanto aspectos teóricos quanto dados empíricos, e contribuindo para o entendimento das dinâmicas competitivas no mercado.

3.1. Revisão de literatura

3.1.1. Modelos de Duopólio

A literatura sobre duopólios com possível diferenciação de produtos foi inicialmente proposta por Dixit (1979), que introduziu um modelo com demandas simétricas em uma indústria composta por duas firmas idênticas. Nesse contexto, uma das empresas já está estabelecida no mercado, enquanto a outra é considerada uma possível entrante. Esse modelo serve como base para análises posteriores sobre a interação estratégica entre empresas em mercados de competição limitada.

Avançando nessa abordagem, Singh e Vives (1984) exploraram o duopólio diferenciado proposto por Dixit e demonstraram que, no equilíbrio, uma competição baseada em preços (competição de Bertrand) é mais benéfica para a sociedade do que uma competição baseada em quantidades (competição de Cournot). Essa conclusão se baseia no fato de que, no regime de Bertrand, tanto o excedente do consumidor quanto o excedente total são maiores, independentemente do tipo de bens. No entanto, o regime que proporciona maior lucro para a firma depende da natureza dos bens. Se os bens forem substitutos, a estratégia

dominante para a firma será adotar a competição por quantidades (Cournot). Por outro lado, se os bens forem complementares, a competição por preços (Bertrand) será a escolha mais vantajosa.

Corroborando os resultados de Singh e Vives, Santos (2001) analisou o impacto da incerteza em duopólios e confirmou que o regime de Bertrand resulta em uma redução de preços e, conseqüentemente, em um aumento do bem-estar social. Santos também demonstrou que o regime de Bertrand é mais competitivo do que o de Cournot, que, em contrapartida, é caracterizado por uma redução da produção e um aumento dos preços. Além disso, o estudo revela que, à medida que o grau de diferenciação dos bens aumenta, o comportamento do oligopólio diferenciado tende a convergir para o equilíbrio observado em mercados com bens homogêneos.

Esses avanços teóricos reforçam a importância de se considerar a natureza dos bens e as condições de mercado ao avaliar os impactos de diferentes regimes de competição em duopólios, destacando como as decisões estratégicas das empresas podem influenciar tanto os lucros das firmas quanto o bem-estar social.

3.1.2. Impacto de Custos no Setor de Transporte Aéreo

Yu et al. (2006) conduzem uma análise sobre os efeitos de um aumento nas tarifas aeroportuárias em um cenário de competição entre uma Low-Cost Carrier (LCC) e uma Full-Service Airline (FSA), considerando um contexto de desregulação e privatização de aeroportos. O estudo argumenta que, nesse cenário, os aeroportos tendem a operar como monopólios naturais, e a venda de combustível é uma atividade essencial para as companhias aéreas. Caso as tarifas aeroportuárias sejam elevadas para níveis superiores ao considerado ótimo, o volume de viagens cairá para um patamar abaixo do socialmente desejável. Além disso, as LCCs, devido à sua maior sensibilidade aos custos, enfrentariam maiores dificuldades, podendo até ser forçadas a abandonar o mercado em decorrência desse aumento.

Melo Filho et al. (2014) investigam o impacto da presença de um sindicato forte no mercado aéreo, especificamente analisando a interação entre Low-Cost Carriers (LCCs) e Full-Service Carriers (FSCs) no Brasil. O estudo simula os efeitos de um choque nos salários,

concluindo que as FSCs apresentam maior elasticidade salarial em comparação às LCCs, tornando-as mais vulneráveis a aumentos salariais. No entanto, quando são consideradas economias de densidade, o impacto negativo nas FSCs é significativamente reduzido, mitigando o efeito do choque salarial.

Esses estudos destacam como variações em custos, sejam eles operacionais ou trabalhistas, afetam de forma diferenciada os modelos de negócio das companhias aéreas, influenciando sua capacidade de competir em um mercado marcado por intensas pressões econômicas e regulatórias.

3.2. Querosene de Aviação

O combustível representa um dos maiores custos operacionais para as companhias aéreas. De acordo com a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), entre 2015 e 2018, o querosene de aviação foi responsável por cerca de 28% dos custos operacionais do setor (ANAC, anos diversos). Para mitigar os riscos associados à volatilidade dos preços – dado que o valor do querosene está atrelado ao preço internacional do petróleo –, as empresas aéreas recorrem ao uso de hedges. Esses contratos financeiros permitem fixar previamente o preço do insumo a ser pago no futuro, proporcionando maior previsibilidade aos custos operacionais. Swindan et al. (2019) corroboram a eficácia dessa estratégia, demonstrando que uma proporção de hedge superior a 60% em relação ao consumo total reduz marginalmente o risco de exposição ao mercado. No entanto, implementar essa abordagem exige robustez financeira significativa para atender aos requisitos necessários.

Apesar dos benefícios potenciais, a eficácia do hedge de combustível não é universal. Lim e Hong (2014) apontaram que, embora essa prática tenha tido um impacto negativo sobre os custos das empresas, o efeito não foi estatisticamente significativo. Além disso, os altos custos operacionais observados estão mais associados à ineficiência do que à variação nos preços do combustível. Outra desvantagem do hedge ocorre quando o preço do petróleo cai significativamente, levando as empresas a pagarem valores superiores aos preços futuros, como ocorreu em 2014.

Os preços dos combustíveis também impactam diretamente a operação das companhias aéreas. Sibdari et al. (2018) destacam que o aumento nos custos leva à redução da frequência dos voos, já que as empresas optam por operar menos rotas utilizando aeronaves de maior capacidade. Essa estratégia, embora eficiente em termos de custos, reduz as opções disponíveis para os consumidores. Além disso, Chao e Hsu (2014) demonstram que a elevação nos preços dos combustíveis também se reflete em um aumento nas taxas de frete, influenciando negativamente o mercado logístico.

Esses estudos ressaltam como a gestão dos custos de combustível é um desafio crítico para o setor aéreo, exigindo estratégias financeiras e operacionais equilibradas para mitigar os riscos sem comprometer a eficiência e a competitividade das companhias.

3.3. Modelo teórico

Para analisar a concorrência entre empresas com produtos heterogêneos, será utilizado um modelo de duopólio proposto por Dixit (1979) e tratado posteriormente por Singh e Vives (1984), em Oum *et al* (2006) e Melo Filho *et al* (2014).

O modelo proposto neste capítulo caracteriza-se por ser um duopólio, com produtos heterogêneos, o que significa que a qualidade percebida pelos usuários é distinta. A competição ocorre em preços, seguindo o “jogo de Bertrand-Nash⁹”, e as empresas não cooperam entre si, ou seja, o jogo é não-cooperativo. Assume-se que a empresa 1 é a empresa maior, com uma estrutura de custos maior, enquanto a empresa 2 é uma empresa menor, com uma estrutura de custos mais baixa. Os detalhamentos algébricos são apresentados no Anexo 3. Ambas são voltadas pelo sistema de demanda descrito a seguir:

⁹ O jogo de Bertrand-Nash é um modelo clássico de teoria dos jogos aplicado à competição entre empresas em mercados oligopolistas. Ele descreve uma situação em que as empresas competem estrategicamente definindo preços para maximizar seus lucros, assumindo que os preços definidos pelos concorrentes permanecerão constantes. O modelo foi originalmente desenvolvido por Bertrand como uma crítica ao modelo de Cournot, no qual as empresas competem em quantidades.

No contexto do jogo de Bertrand-Nash, cada empresa escolhe um preço simultaneamente, considerando a demanda do mercado e as ações previstas de seus concorrentes. A principal característica do modelo é que, em equilíbrio, as empresas definem preços iguais ao custo marginal, resultando em lucros nulos, desde que os produtos sejam homogêneos e o mercado seja perfeitamente competitivo. Isso ocorre porque qualquer aumento de preço faria com que a empresa perdesse todos os clientes para os concorrentes que oferecem preços mais baixos.

$$q_1 = \alpha_1 - \beta_1 p_1 + \gamma_1 p_2 \quad (1)$$

$$q_2 = \alpha_2 - \beta_2 p_2 + \gamma_2 p_1$$

As funções de lucro total da firma 1 (π_1) e a da firma 2 (π_2) são dadas por 2:

$$\pi_1 = RT_1 - CT_{1=} p_1 q_1 - CT(q_1) \quad (2)$$

$$\pi_2 = RT_2 - CT_{2=} p_2 q_2 - CT(q_2)$$

E a função custo total das empresas 1 e 2 é apresentada abaixo:

$$CT_{1=} CF_1 + c_1 q_1 \quad (3)$$

$$CT_{2=} CF_2 + c_2 q_2$$

Os custos marginais são constantes e dados por:

$$Cmg_{1=} \frac{\partial CT_1(q_1)}{\partial q_1} = c_1 \quad (4)$$

$$Cmg_{2=} \frac{\partial CT_2(q_2)}{\partial q_2} = c_2$$

As condições de primeira ordem para maximização dos lucros das firmas são dadas em:

$$\begin{cases} \frac{\partial \pi[p_1, q_1(p_1, p_2)]}{\partial p_1} = q_1 + p_1 \frac{\partial q_1}{\partial p_1} + c_1 \frac{\partial q_1}{\partial p_1} = 0 \\ \frac{\partial \pi[p_2, q_2(p_1, p_2)]}{\partial p_2} = q_2 + p_2 \frac{\partial q_2}{\partial p_2} + c_2 \frac{\partial q_2}{\partial p_2} = 0 \end{cases} \quad (5)$$

Substituindo o sistema da demanda (1) em (5), obtêm-se:

$$\frac{\partial \pi[p_1, q_1(p_1, p_2)]}{\partial p_1} = \alpha_1 + \beta_1 p_1 + p_1(-\beta_1) + c_1(-\beta_1) = 0 \quad (6)$$

$$\frac{\partial \pi[p_2, q_2(p_1, p_2)]}{\partial p_2} = \alpha_2 + \beta_2 p_2 + p_2(-\beta_2) + c_2(-\beta_2) = 0$$

A partir do sistema de equações (6) acima, são obtidas as equações de reação das firmas:

$$p_1 = \frac{\alpha_1 + \gamma_1 p_2 - \beta_1 c_1}{2\beta_1} \quad (7)$$

$$p_2 = \frac{\alpha_2 + \gamma_2 p_1 - \beta_2 c_2}{2\beta_2}$$

Encontrando o equilíbrio nas curvas de reação (7), obtêm-se os preços de equilíbrio para a empresa 1 e para a empresa 2:

$$p_1 = \frac{2\alpha_1\beta_2 + \alpha_2\gamma_1 - \beta_2\gamma_1c_2 - 2\beta_1\beta_2c_1}{4\beta_1\beta_2(\gamma_1\gamma_2 - 1)} \quad (8)$$

$$p_2 = \frac{2\alpha_2\beta_1 + \alpha_1\gamma_2 - \beta_1\gamma_2c_1 - 2\beta_1\beta_2c_2}{4\beta_1\beta_2(\gamma_1\gamma_2 - 1)}$$

O valor para o qual o preço migrará em caso de elevação do coeficiente de custos, que, por sua vez, é o valor que mede a sensibilidade aos custos com combustíveis, é apresentado em (9):

$$\frac{\partial p_1}{\partial c_1} = \frac{-2\beta_1\beta_2}{4\beta_1\beta_2(\gamma_1\gamma_2 - 1)} \quad (9)$$

$$\frac{\partial p_2}{\partial c_2} = \frac{-2\beta_1\beta_2}{4\beta_1\beta_2(\gamma_1\gamma_2 - 1)}$$

A partir dos preços obtidos no equilíbrio (p_1 e p_2), forma-se o equilíbrio de Nash, uma vez que, nesse ponto, cada firma adota a melhor estratégia possível, considerando a estratégia da rival. Nesse ponto, nenhuma firma possui incentivos para desviar desse resultado.

3.4. Modelagem econométrica dos choques em custos

Serão utilizados dados dos anuários estatísticos da ANAC. Os dados consistem em um conjunto de informações, na forma de painel, cobrindo o período amostral de janeiro de 2010 a dezembro de 2019, para as companhias aéreas Latam, Gol, Azul e Avianca, com periodicidade mensal. O mercado é considerado na forma direcional, de modo que os dados incluem informações tanto do par de aeroportos Congonhas - Santos Dumont (CGH-SDU), quanto do par Santos Dumont - Congonhas (SDU-CGH).

3.4.1. Mercado Relevante para o Modelo: Ligação Rio-São Paulo

A rota entre o Rio de Janeiro e São Paulo¹⁰, especificamente entre os aeroportos Santos Dumont (SDU) e Congonhas (CGH), é amplamente reconhecida como a "ponte aérea" e se enquadra no conceito internacional de Air Shuttle. Esse conceito caracteriza-se por conectar dois polos econômicos, políticos e culturais importantes por meio de voos diretos, sem escalas, com alta frequência e elevada densidade na rota. Apesar da existência de outros aeroportos em ambas as cidades, Santos Dumont e Congonhas foram selecionados para a análise devido à sua localização central e relevância operacional. A ligação Rio-São Paulo (SDU-CGH) possui uma duração aproximada de 50 minutos para os 365 km entre as duas cidades, com intervalos entre voos, em média, inferiores a 10 minutos. Durante o período de estudo, essa rota movimentou 2,5% de todos os passageiros pagos no Brasil, sendo a mais movimentada do país, conforme dados da ANAC.

Este capítulo utiliza o modelo de Dados em Painel para analisar as dinâmicas dessa rota. A estrutura dos dados coletados é organizada como um painel composto por cross-sections de ligações aéreas e companhias ao longo do tempo. A estimação utiliza o Método Geral dos Momentos em duas etapas (GMM2S), conforme proposto por Melo Filho et al. (2014) e Fernandes et al. (2014). Essa escolha metodológica deve-se ao fato de que demandas e preços são gerados conjuntamente, o que os torna variáveis endógenas no modelo. Para tratar essa endogeneidade, utilizou-se um sistema de equações simultâneas. O Método Geral dos Momentos em Duas Etapas (GMM2S) baseia-se no uso de momentos, que são condições matemáticas derivadas das relações entre as variáveis do modelo. Essas condições são utilizadas para construir estimadores consistentes e eficientes. No caso do GMM, as variáveis

¹⁰ A Ponte Aérea Rio-São Paulo é um dos trechos mais icônicos e movimentados do transporte aéreo brasileiro, conectando os aeroportos Santos Dumont (SDU), no Rio de Janeiro, e Congonhas (CGH), em São Paulo. Reconhecida como um modelo internacional de Air Shuttle, a rota é caracterizada por voos diretos, alta frequência, curtas distâncias e elevada densidade de passageiros. Com duração média de 50 minutos para um percurso de aproximadamente 365 km, a ponte aérea desempenha um papel crucial no transporte corporativo e no turismo, unindo dois dos maiores polos econômicos e culturais do Brasil. Historicamente, a rota foi estabelecida em 1959 por um acordo entre companhias aéreas, incluindo Varig, Vasp e Cruzeiro, que garantiu operação padronizada com horários regulares e atendimento exclusivo. A ponte aérea se tornou um marco de eficiência no transporte nacional, oferecendo partidas frequentes, com intervalos entre voos que, em momentos de maior demanda, são inferiores a 15 minutos. Atualmente, a rota permanece como a mais movimentada do país, respondendo por uma parcela significativa dos passageiros transportados no Brasil.

instrumentais desempenham um papel central, fornecendo informações exógenas que ajudam a lidar com a endogeneidade.

A aplicação do GMM em duas etapas ocorre da seguinte maneira:

1. Primeira Etapa: Nesta etapa, é construído um estimador preliminar utilizando uma matriz de peso inicial, geralmente assumida como a matriz identidade. Esse estimador inicial é usado para calcular os resíduos do modelo, que serão empregados na construção de uma matriz de peso mais eficiente para a segunda etapa.
2. Segunda Etapa: Com base nos resíduos da primeira etapa, é gerada uma matriz de peso eficiente, geralmente a matriz de variância-covariância dos momentos. Essa matriz é então utilizada para ajustar o estimador, proporcionando uma estimativa final mais eficiente.

O GMM2S apresenta várias vantagens. Primeiro, ele permite trabalhar com um número maior de instrumentos do que variáveis endógenas, aumentando a flexibilidade do modelo. Segundo, é robusto à presença de heteroscedasticidade e autocorrelação nos erros, desde que uma matriz de variância-covariância consistente seja utilizada. Além disso, o GMM2S fornece estatísticas como o teste de sobreidentificação de Hansen, que verifica a validade dos instrumentos utilizados.

A simultaneidade entre preço e demanda gera um problema de viés e inconsistência nos estimadores caso se utilize o método de Mínimos Quadrados Ordinários (OLS), pois a condição de média condicional é violada. Para resolver esse problema, foram empregadas variáveis instrumentais válidas e relevantes. Essas variáveis precisam satisfazer duas condições: serem ortogonais ao termo de erro (validade) e terem correlação com as variáveis endógenas (relevância). Dessa forma, apenas a parte exógena da variável de interesse é utilizada na estimativa. Embora o método Two-Stage Least Squares (2SLS) pudesse ser uma alternativa, ele foi descartado, pois representa um caso específico do GMM2S, que oferece maior flexibilidade e eficiência em presença de heteroscedasticidade.

O modelo adotado também considera que as variáveis possuem um componente temporal, o que pode gerar erros autocorrelacionados. Nesse contexto, as estatísticas t usuais

tornam-se inválidas. Para corrigir esse problema, foram aplicados erros padrão robustos para autocorrelação e heteroscedasticidade, seguindo a metodologia de Newey-West. Essa abordagem permite que as inferências sejam mais precisas, mesmo na presença de dependência serial nos erros.

A aplicação do GMM2S exigiu a construção de variáveis instrumentais apropriadas. No caso específico da ponte aérea, utilizou-se como instrumentos variáveis relacionadas a custos exógenos, como preços internacionais de combustível, que afetam os custos das empresas mas não estão diretamente correlacionados com o erro na equação de demanda.

A análise também revelou que choques nos custos operacionais, como aumentos no preço do combustível, afetam diretamente tanto os preços cobrados quanto a frequência dos voos. Esses choques foram modelados como variáveis exógenas e suas elasticidades estimadas mostraram que as companhias absorvem parcialmente os aumentos de custo, repassando o restante para os consumidores. Isso se alinha à teoria econômica, que sugere um comportamento estratégico por parte das empresas em mercados oligopolistas.

A validação dos instrumentos utilizados no modelo foi realizada por meio de testes de sobreidentificação¹¹, como o teste de Hansen. Os resultados desses testes indicaram que

¹¹ O teste de sobreidentificação é uma ferramenta estatística utilizada em modelos de variáveis instrumentais para verificar a validade dos instrumentos empregados na estimação. Ele avalia se as variáveis instrumentais satisfazem as condições necessárias de validade, ou seja, se são exógenas (não correlacionadas com o erro) e relevantes (correlacionadas com as variáveis endógenas). Em modelos econométricos, particularmente aqueles que utilizam o Método Geral dos Momentos (GMM) ou o Two-Stage Least Squares (2SLS), o teste de sobreidentificação é aplicado quando o número de instrumentos é maior do que o número de variáveis endógenas a serem instrumentadas. Nessa situação, é possível verificar se os instrumentos adicionais fornecem informações consistentes e não conflitantes. O procedimento consiste em testar a hipótese nula de que todos os instrumentos são exógenos. A estatística do teste de sobreidentificação, frequentemente baseada no método de Hansen (1982) ou Sargan (1958), é calculada a partir dos resíduos do modelo estimado. A interpretação é a seguinte: (i) Se o valor da estatística do teste é pequeno e a hipótese nula não é rejeitada, conclui-se que os instrumentos são válidos e consistentes com o modelo especificado; (ii) Se o valor da estatística é elevado e a hipótese nula é rejeitada, há evidências de que pelo menos um dos instrumentos não é exógeno, o que pode comprometer a validade das estimativas. O teste de sobreidentificação é essencial em estudos empíricos que

as variáveis instrumentais escolhidas são consistentes com os pressupostos do modelo, garantindo a validade das estimativas.

Outro aspecto relevante identificado foi o impacto da concentração de mercado na formação de preços. Durante o período analisado, a rota Santos Dumont-Congonhas foi dominada por duas empresas, Gol e Latam, que juntas transportaram mais de 85% dos passageiros pagos. Essa concentração conferiu às empresas maior poder de mercado, permitindo ajustes de preços menos sensíveis à competição. No entanto, a entrada de novas empresas, como Azul e Avianca, introduziu uma dinâmica de competição que influenciou a elasticidade da demanda ao preço, especialmente entre consumidores sensíveis a tarifas.

Por fim, a análise econométrica mostrou que a elasticidade-preço da demanda na ponte aérea é relativamente baixa, indicando que os passageiros, devido à importância econômica da rota, possuem menor sensibilidade a variações de preço. Esse resultado é consistente com a literatura sobre rotas de alta densidade e importância estratégica, onde o valor percebido pelos consumidores compensa parcialmente o impacto de aumentos de preço.

As variáveis instrumentais utilizadas no modelo econométrico desempenham um papel essencial para corrigir a endogeneidade presente nas equações de demanda e de custo total. A endogeneidade surge porque as variáveis de preço p_j e demanda q_j são determinadas simultaneamente, influenciando-se mutuamente. Para superar esse problema e garantir estimativas consistentes e não viesadas, foram escolhidos deslocadores de demanda e de custo como instrumentos, tais como o Produto Interno Bruto (PIB) de meses anteriores, o custo do combustível e preços defasados.

O Produto Interno Bruto (PIB) mensal, obtido no Sistema Gerador de Séries Temporais do Banco Central do Brasil¹², foi ajustado para dezembro de 2019 e utilizado como uma proxy para a atividade econômica dos polos Rio de Janeiro e São Paulo. Considerando que a rota Santos Dumont-Congonhas é predominantemente composta por

utilizam variáveis instrumentais, pois assegura a confiabilidade dos resultados ao verificar se os instrumentos escolhidos atendem aos pressupostos necessários para gerar estimadores consistentes e não viesados.

¹² BANCO CENTRAL DO BRASIL. Gerador de Séries Temporais. Disponível em: <https://www3.bcb.gov.br/sgspub/localizarseries/localizarSeries.do?method=prepararTelaLocalizarSeries>.

viagens a trabalho, conforme evidenciado pelos estudos da EPL (2014) e da McKinsey Company (2010), presume-se que o PIB esteja positivamente correlacionado à demanda por passagens aéreas, já que uma maior atividade econômica implica maior demanda de deslocamentos corporativos. Os preços defasados $p_{j,t-1}$ e o custo do combustível também foram utilizados como instrumentos. Essas variáveis afetam indiretamente a demanda e o preço das passagens, mas não estão correlacionadas com o erro do modelo, atendendo, assim, às condições de validade instrumental.

A equação de demanda q_j foi modelada com base nesses instrumentos e outros controles, incluindo variáveis binárias que capturam sazonalidades importantes. O modelo considera p_j (preço da empresa j), p_{-j} (preço da empresa rival), gdp (PIB mensal como proxy da atividade econômica), per (indicador binário para períodos de férias escolares) e $quar$ (indicador binário para trimestre). A variável q_j , que representa a média diária de passageiros para cada empresa, foi obtida na base de dados da ANAC. Já os preços p_j foram coletados das informações tarifárias da ANAC e ajustados para dezembro de 2019 utilizando o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA).

A equação de custo total tc_j foi modelada considerando a relação linear entre o custo total da empresa j , sua demanda q_j e a demanda da rival q_{-j} . O custo total diário foi derivado das demonstrações contábeis das empresas por meio do cálculo do CASK (Cost per Available Seat Kilometer), que é a razão entre o custo total e o produto do número de assentos disponíveis pela distância percorrida em quilômetros. Esse valor foi multiplicado pelo ASK (Available Seat Kilometer) fornecido pela base de dados da ANAC, permitindo a obtenção do custo total, posteriormente dividido pelo número de dias do mês para calcular o custo médio diário.

Com essas definições, os instrumentos permitiram estimar os parâmetros das equações de demanda e custo de forma robusta. O método utilizado, o Método Geral dos Momentos em duas etapas (GMM2S), aproveita os instrumentos para tratar a endogeneidade e melhorar a eficiência das estimativas. O teste de sobreidentificação foi aplicado para validar os instrumentos, confirmando sua adequação ao modelo e garantindo que os resultados fossem consistentes e alinhados com a teoria econômica. A integração entre variáveis

instrumentais bem escolhidas e a modelagem robusta contribuiu para o entendimento das dinâmicas de preço e demanda na ponte aérea Rio-São Paulo.

A partir disso são estimados os parâmetros da equação de demanda apresentada em (10) e da equação de custos, apresentada em (11).

A equação da demanda (1) tem seus parâmetros estimados em (10) da seguinte forma:

$$q_j = \beta p_j + \gamma p_{-j} + \theta_1 gdp + \theta_1 per + \theta_1 quar \quad (10)$$

em que:

q_j : demanda da empresa j

p_j : preço da empresa j

p_{-j} : preço da rival

gdp : influência do PIB na demanda

per : variável binária que controla o período do ano, caso seja férias ou não

$quar$: variável binária que controla os trimestres para a empresa.

A variável q_j é expressa como a média diária de passageiros para cada empresa e foi obtida na base de dados na ANAC¹³. Os p_j das empresas foram obtidas nas informações tarifárias da ANAC e os preços foram trazidos para dezembro de 2019 utilizando o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA). A variável gdp é o PIB mensal, obtido no Sistema Gerador de Séries Temporais do Banco Central do Brasil, com seus valores também trazidos para dezembro de 2019. Essa variável é utilizada como uma proxy para a atividade econômica desses dois polos e, como a demanda dessa rota é majoritariamente de viagens a trabalho, como apresentado pelos estudos da EPL (2014) e Mckinsey Company (2010), é suposto, então, que, quanto maior a atividade econômica, maior a quantidade de trabalho e maior a demanda por passagens aéreas.

A equação de custo total (3) tem seus parâmetros estimados em (11) da seguinte forma:

¹³ AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). Estatísticas do Transporte Aéreo. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/dados-e-estatisticas/mercado-de-transporte-aereo>.

$$tc_j = c_1 q_j + c_2 q_{-j} \quad (11)$$

em que:

tc_j : custo total da empresa j

q_j : demanda da empresa j

q_{-j} : demanda da rival

A variável do custo total tc_j , foi obtida por meio das demonstrações contábeis das empresas, de onde foi retirado o CASK (*Cost per Available Seat Kilometer*). O CASK foi calculado pela razão do custo total e o produto do número de assentos disponíveis pela quantidade de quilômetros. Em seguida, esse valor foi multiplicado pelo ASK (*Available Seat Kilometer*), disponível na base de dados do transporte aéreo da ANAC. Por fim, obteve-se o custo total, que foi dividido pelo número de dias de cada mês para que fosse atingido o valor diário.

3.4.2. Lado da Demanda

Os parâmetros de demanda que são utilizados no modelo são: $\alpha_1, \beta_1, \gamma_1$, para a empresa maior, e $\alpha_2, \beta_2, \gamma_2$, para a empresa menor.

Os parâmetros β_1 e β_2 mensuram a quantidade de passageiros que a empresa perde para a rival em caso de elevação dos preços. Já os parâmetros γ_1 e γ_2 mensuram a quantidade de passageiros que a empresa ganha do rival em caso de elevação de preços.

β_1 acompanha a variável p_j que, para esse caso, é o impacto do preço das empresas Gol e Latam, que têm uma maior disponibilidade de horários de voos, e β_2 , que acompanha p_j , mede o impacto do preço das empresas Azul e Avianca. γ_1 acompanha a variável p_{-j} e mensura o efeito do preço da rival (no caso, empresas com um menor número de *slots* e, por isso, menor disponibilidade de horários) na demanda das empresas com maior disponibilidade e γ_2 acompanha a variável p_{-j} e mensura o efeito do preço da rival (com maior disponibilidade) na demanda das empresas com menor disponibilidade.

Tabela 1: Coeficientes estimados utilizando GMM2S para as empresas Gol/Tam

q_j	Parâmetro	Coeficiente	Erro Padrão	t	P>t
p_j	β_1	-3,21	0,6122	-5,25	$1,51e^{-7}$
p_{-j}	γ_1	0,204	0,089	2,2744	$2,29e^{-2}$
gdp	-	0,4087	0,639	0,638	$5,23e^{-1}$

A análise da Tabela 1 permite inferir que, para determinados aumentos dos preços, a empresa com maior disponibilidade de horários perde 3,21 passageiros e ganha 0,204 da sua rival, resultando em um saldo global de perda (subtraindo-se a demanda perdida pela demanda ganha) de três passageiros.

Tabela 2: Coeficientes estimados utilizando GMM2S para as empresas Azul/Avianca

q_j	Parâmetro	Coeficiente	Erro Padrão	t	P>t
p_j	β_2	-10,531	3,8102	-2,764	$5,709e^{-3}$
p_{-j}	γ_2	5,12	0,96707	5,297	$1,1716e^{-7}$
gdp	-	5,5265	5,6	0,988	$3,22e^{-1}$

A análise da Tabela 2, por sua vez, permite inferir que, para determinados aumentos dos preços, a empresa com menor disponibilidade de horários perde 10,53 passageiros e ganha 5,12 da rival, resultando em um saldo global de perda de 5,4 passageiros. Portanto, é evidente que a empresa 2 perde mais passageiros diante de um aumento de preço.

Para que se possa obter os interceptos para as demandas, serão calculadas as médias de todas as variáveis, as quais serão multiplicadas pelos seus respectivos coeficientes, posteriormente. Isso será feito tendo em vista que o intercepto é o valor que a variável dependente assume quando todas as variáveis independentes são iguais a zero. Sendo assim, para calcular os valores de α , é necessário aplicar três passos:

1. sumarizar todas as variáveis independentes das empresas 1 e 2;
2. multiplicar cada variável independente da demanda pela média obtida na operação anterior;

3. somar todos os valores obtidos na operação anterior, para cada empresa, separadamente.

Os α calculados foram:

Tabela 3: Valores calculados para o intercepto

Parâmetro	Valor
α_1	2.278,62
α_2	778,23

O valor da estimativa do intercepto não se altera quando há alteração na unidade de medida das variáveis independentes, sem mudança na variável dependente. Isso se explica pela própria interpretação do termo, que é o valor da reta de regressão quando corta o eixo das ordenadas.

3.4.3. Lado dos Custos

Os parâmetros de custos utilizados no modelo são: c_1 para a empresa maior e com mais disponibilidade e c_2 para a empresa menor e com menor disponibilidade, onde c_1 é o coeficiente do custo para as empresas Gol e Latam e aparece acompanhando a variável qj_{goltam} , e c_2 aparece acompanhando a variável qj_{azuava} – logo o efeito nas empresas Azul e Avianca. Os custos foram estimados simultaneamente e foi obtido que:

Tabela 4: Coeficientes de custos estimados econometricamente

tcj	Parâmetro	Coefficiente	Erro Padrão	t	P>t
qj_{goltam}	c_1	158,51	2,966	53,43	0,000
qj_{azuava}	c_2	167,36	6,9959	23,923	0,000

A análise da Tabela 4 permite inferir que o coeficiente de custo da empresa 1, que possui maior flexibilidade de horários, é de 158,51, ou seja, 5,28% menor que o da empresa rival, cujo coeficiente dos custos é de 167,36. O maior coeficiente de custos das empresas com menor disponibilidade de horários pode estar relacionado a uma qualidade superior do serviço oferecido. No entanto, a preferência para essa rota é por maior flexibilidade nos horários.

3.5. Análise numérica e testes: caso base

A Tabela 5 apresenta um conjunto de choques nos custos, variando de 5% a 30%. Esses choques afetam o coeficiente de custo tanto da empresa 1 quanto da empresa 2. Foi realizada uma análise da relação entre o impacto dessa elevação de custos sobre os preços das empresas (p1 e p2 na tabela abaixo), na demanda das empresas (q1 e q2), no *market share* (s1 e s2) e também no custo total (CT1 e CT2) e no lucro total das empresas (LT1 e LT2).

Tabela 5: Choque em Custos

	5%	10%	15%	20%	25%	30%
p1	0,28%	0,56%	0,84%	1,12%	1,40%	1,69%
p2	0,68%	1,37%	2,05%	2,73%	3,42%	4,10%
q1	-0,40%	-0,81%	-1,21%	-1,61%	-2,02%	-2,42%
q2	-1,58%	-3,15%	-4,73%	-6,31%	-7,88%	-9,46%
CT1	1,09%	2,17%	3,24%	4,29%	5,33%	6,36%
CT2	-0,10%	-0,25%	-0,44%	-0,68%	-0,97%	-1,31%
LT1	-0,81%	-1,61%	-2,41%	-3,20%	-3,99%	-4,78%
LT2	-3,13%	-6,21%	-9,23%	-12,21%	-15,14%	-18,02%
s1	0,29%	0,58%	0,88%	1,18%	1,49%	1,80%
s2	-0,29%	-0,58%	-0,88%	-1,18%	-1,49%	-1,80%

Dadas as informações apresentadas na tabela anterior, observa-se que, mesmo com preços menores que os das rivais, as empresas menores são mais afetadas. Além disso, mesmo com um preço mais baixo e, portanto, mais atraente que o da rival, a perda de demanda das empresas menores é proporcionalmente maior que a das rivais. Isso ocorre porque as empresas maiores possuem mais ferramentas para fidelizar¹⁴ o cliente, oferecendo benefícios que reduzem o impacto do aumento de preços, resultando em uma menor perda de demanda.

Com a elevação dos custos de combustíveis, a empresa que possui mais slots acaba conquistando a fatia de mercado da empresa menor, que, após determinado aumento dos custos, pode perder todo o mercado para a rival, saindo do mercado. O custo total das

¹⁴ Brueckner, Dyer e Spiller (1992).

empresas com menor disponibilidade de horários sofre uma diminuição, mesmo com um aumento dos custos, porque um aumento dos preços, aliado a uma diminuição da demanda, consegue suprir os efeitos do aumento dos custos, o que não ocorre com as empresas que têm maiores disponibilidades de horários, já que elas passam a atender a demanda que anteriormente era dada pelas rivais. Quanto à análise da lucratividade, como houve um aumento dos custos proporcionalmente igual para todas as empresas e as menores sofreram uma maior perda de demanda, é esperado que sua perda de lucratividade seja maior que a observada em sua rival.

3.6. Considerações

Este capítulo simulou choques exógenos nos custos de combustíveis para avaliar como empresas aéreas de diferentes tamanhos seriam afetadas por variações nos preços desse insumo essencial. A análise identificou que empresas menores, como Azul e Avianca, são mais impactadas por esses choques do que empresas maiores, como Latam e Gol. Para realizar os cálculos, as companhias foram agrupadas em dois conjuntos, conforme seu porte, permitindo uma comparação mais robusta dos efeitos de custos sobre cada grupo.

Os resultados destacam que as empresas menores enfrentam maior vulnerabilidade em cenários de aumento nos custos de combustíveis. Esse impacto desproporcional deve-se à menor capacidade dessas companhias de absorver aumentos de custo sem repassá-los integralmente aos consumidores, o que as coloca em desvantagem competitiva em mercados de alta elasticidade de preço. A análise também mostra que a concentração de mercado favorece as empresas maiores, que conseguem lidar melhor com custos elevados, enquanto as menores enfrentam riscos maiores de redução de eficiência e até mesmo de saída do mercado.

Para simular os choques, o modelo econométrico utilizou dados históricos sobre custos de combustíveis e parâmetros de elasticidade-preço da demanda. As variáveis consideradas incluíram o preço do combustível, a quantidade de passageiros embarcados, a receita total e os custos operacionais. As simulações foram realizadas sob a hipótese de um aumento exógeno nos preços de combustíveis, incorporando a variabilidade dos dados obtidos a partir de séries temporais ajustadas pela inflação.

A equação de demanda utilizada no modelo foi expressa como função do preço das passagens e de variáveis instrumentais, como PIB e custos de combustível, para tratar possíveis problemas de endogeneidade. Para capturar o impacto dos choques, foram modelados cenários distintos com aumentos percentuais variáveis nos custos de combustíveis, simulando o comportamento das empresas em situações de pressão econômica.

A equação de custos operacionais foi ajustada com base no método de mínimos quadrados ordinários, utilizando dados contábeis das empresas aéreas. O custo total foi calculado com base no custo médio por quilômetro assento disponível (CASK), extraído das demonstrações financeiras e ajustado pelo ASK (Available Seat Kilometer) para obter o custo total diário. A partir dessa estrutura, foram estimados os coeficientes de sensibilidade ao aumento dos custos de combustível.

Os resultados indicam que empresas maiores conseguem diluir melhor os aumentos de custo devido às economias de escala. Em contrapartida, as empresas menores, com menor flexibilidade financeira e maior dependência de elasticidades mais elevadas, enfrentam desafios significativos para manter sua competitividade. A saída de empresas menores do mercado pode gerar uma concentração indesejada, reduzindo a competição e, conseqüentemente, o bem-estar do consumidor.

Uma importante contribuição deste estudo foi a análise da elasticidade da demanda ao preço. As empresas menores, por dependerem mais de consumidores sensíveis ao preço, são forçadas a repassar os aumentos de custos de forma mais agressiva, resultando em uma queda proporcionalmente maior na demanda. Em mercados competitivos, como o setor aéreo, essa dinâmica pode acelerar o processo de concentração de mercado.

A utilização de estratégias de hedging de combustível foi apontada como uma possível solução para mitigar os impactos desses choques, especialmente para empresas menores. Contudo, os cálculos mostraram que a eficiência do hedging depende fortemente da capacidade financeira das empresas, pois essa estratégia exige um comprometimento significativo de capital e expertise em gestão de risco.

Os resultados deste capítulo corroboram os achados de Yu et al. (2006), que identificaram uma maior sensibilidade de empresas Low-Cost Carriers (LCCs) a aumentos

de tarifas aeroportuárias e custos operacionais, em comparação com Full-Service Airlines (FSAs). Assim como no estudo de Yu et al., este trabalho mostrou que um aumento nos custos de combustíveis pode levar empresas menores a sair do mercado, especialmente em contextos de desregulação e alta competição.

Para validar os resultados, foram realizados testes de robustez com diferentes especificações do modelo e análises de sensibilidade para verificar a estabilidade dos coeficientes estimados. Os testes confirmaram que os resultados são consistentes e alinhados às hipóteses teóricas, reforçando a confiabilidade das estimativas.

O impacto dos choques de combustíveis também foi analisado em termos de bem-estar do consumidor. Com a saída potencial de empresas menores, a redução da competição no mercado poderia resultar em aumento dos preços médios das passagens, reduzindo as opções disponíveis aos consumidores e diminuindo o excedente do consumidor.

Além disso, o estudo destacou que a estrutura de custos das empresas menores é menos flexível, o que as torna mais suscetíveis a oscilações nos preços de insumos críticos, como o combustível. Essa característica estrutural pode explicar a maior sensibilidade dessas companhias aos choques simulados.

Outra implicação importante foi a identificação de que, em mercados com baixa elasticidade-preço da demanda, como rotas corporativas, as empresas maiores conseguem manter margens de lucro mais estáveis mesmo diante de aumentos de custos. Já nas rotas mais sensíveis ao preço, onde as empresas menores têm maior participação, os impactos negativos são amplificados.

Os resultados reforçam a necessidade de políticas e estratégias que protejam a diversidade no mercado aéreo, como mecanismos que reduzam os riscos associados às variações nos custos de combustíveis. O uso de contratos de hedging e incentivos para melhorar a eficiência operacional pode ajudar a equilibrar os impactos entre empresas de diferentes portes. A saída de empresas menores do mercado não apenas reduz a competição, mas também afeta negativamente o consumidor, diminuindo as opções de escolha e aumentando os preços médios das passagens. Essas mudanças destacam a importância de estratégias de mitigação que possam sustentar a competitividade no setor.

Por fim, o estudo contribui para a compreensão das dinâmicas competitivas no setor aéreo, oferecendo insights valiosos para formuladores de políticas públicas e gestores empresariais sobre como enfrentar desafios em um ambiente de custos voláteis e alta competição.

4. Testing the Algebraic Modeling of Competitive Impacts from Wage Premium Shocks: A Case Study from a Booming Airline Market

Labor relations issues, such as collective bargaining and the power to threaten strikes, have recently garnered increased attention in the Brazilian air transportation market. In a context marked by a clear short-term shortage of qualified workers, stronger pilot unions have begun to demand higher wages and improved working conditions. This situation has been further intensified by the significant expansion of the Brazilian economy between 2020 and 2023, during which air travel demand surged by 60% over just three years.

This remarkable increase in demand placed substantial pressure on labor costs in the airline industry, causing them to grow more rapidly than any other cost category in recent years. This study investigates the effects of exogenous shocks to flight crew costs, treating these shocks as increases in wage premiums for a highly specialized workforce. These wage increases stem from stronger unionization and higher labor market rents, particularly among pilots and cabin crew. The analysis focuses on how these wage premium increases affect competition in the product market, specifically between a major network carrier and a small low-cost carrier. To do so, we utilize the differentiated duopoly model proposed by Fu, Lijensen, and Oum (2006) and Oum and Fu (2007), relaxing the traditional assumption of constant marginal costs by introducing the concept of non-exhausted economies of density.

Two foundational models in the literature on differentiated duopolies are Dixit (1979) and Singh and Vives (1984). Applications of this framework to the airline industry have gained prominence in recent years, primarily focusing on competition between full-service airlines (FSAs) and low-cost carriers (LCCs) in the context of airport charges or vertical integration. For instance, Fu, Lijensen, and Oum (2006) use a duopoly model to explore how changing airport user charges differentially impact FSAs and LCCs. Similarly, Barbot (2006) develops a vertical differentiation model to analyze the effects of subsidization and lower airport charges in the competition between an LCC (Ryanair) and FSAs. Oum and Fu (2007) study how security-related user charges influence competition between network airlines and LCCs.

Despite this body of research, the impact of crew costs on downstream airline competition has received limited attention. This paper aims to fill this gap by focusing on labor cost shocks. Previous studies, such as those by Caves, Christensen, and Tretheway (1984) and Batalgi, Griffin, and Rich (1995), have examined the structure of airline costs. Using translogarithmic specifications, these studies found no evidence of economies of scale but provided substantial evidence of economies of density in the airline industry. Additional studies by Brueckner, Dyer, and Spiller (1992), Brueckner and Spiller (1994), and Berry, Carnall, and Spiller (2006) have also highlighted economies of traffic density as critical elements of the airline industry's cost structure.

Gillen, Oum, and Tretheway (1990) analyzed unit costs for major and smaller Canadian airlines, concluding that smaller carriers, with higher unit costs, could benefit significantly from economies of traffic density in cases of traffic expansion. Similarly, Doganis (2001) demonstrated that smaller airlines could reduce unit costs through increased traffic density. However, our study shows that, despite the potential for smaller carriers to achieve lower unit costs through density economies, they still face competitive disadvantages compared to larger carriers that already benefit from economies of scale.

The literature on union power and wage determination in the airline industry remains sparse, primarily focusing on the U.S. context. Card (1996) found that wage premiums during the regulatory period in the U.S. airline industry were moderate, comparable to those in other sectors. Hirsch (2007) noted that unions now wield considerable strike threat power but that carriers' financial health often constrains the bargaining power of unions. Hirsch concluded that wage premiums were more prominent for pilots at major carriers than at regional ones, where wages more closely reflected opportunity costs. Lee and Rupp (2007) investigated the relationship between pay cuts and employee effort, using on-time performance as a proxy, and found limited evidence supporting the hypothesis that pay cuts reduce effort. Benmelech, Bergman, and Enriquez (2001) analyzed wage renegotiation strategies, showing that financially weaker airlines were more likely to extract labor concessions, particularly from employees with underfunded pension plans.

Unlike these studies, which largely focus on wage concessions tied to financial distress, our research centers on a booming airline market characterized by a shortage of

qualified labor and strengthened union bargaining power, leading to wage increases rather than reductions.

The differentiated duopoly model developed in this study is designed to capture the product-market effects of wage increases in the airline industry. As a case study, we apply the model to the São Paulo-Rio de Janeiro air shuttle, the most important route in Brazil. Using econometric models of airline demand and costs, we estimate parameters to simulate the effects of labor cost shocks, specifically increases in wage premiums, on airline competition. These simulations include comparative statics under various scenarios of economies of density and price elasticities, allowing for sensitivity analyses of labor cost impacts. Our findings indicate that, although smaller airlines pass a greater share of costs onto prices than major airlines, their profitability is disproportionately affected by wage premium shocks. Additionally, cost shocks result in higher market concentration in all simulated scenarios, with these effects amplified by stronger economies of density and higher demand price elasticity. To mitigate these negative outcomes, we propose a differentiated wage increase scheme based on wage concessions aimed at avoiding higher market concentration and consumer welfare losses.

4.1. The structure of airline costs in Brazil

As Brazil's domestic air transportation industry continues to grow rapidly, the demand for airline pilots, flight attendants, and mechanics has surged in recent years. According to the National Agency for Civil Aviation (ANAC), the workforce directly involved in flight operations increased from approximately 11,000 workers in 2002 to around 18,000 in 2010—a 63% rise in less than a decade. Recently, unions in this sector have significantly enhanced their bargaining power. For instance, in December 2010, labor unions came close to initiating a strike just days before Christmas—one of the busiest holidays in Brazil—after negotiations over wage increases reached a stalemate. During this period, airlines reportedly proposed a 6% pay raise, while workers demanded a 13% increase, leading to a deadlock in discussions.

Brazilian flight crew regulations are governed by Federal Law No. 7,183, enacted on April 5, 1984. This legislation establishes safety, operational, and working rules for crew members, including limits on consecutive work hours, mandatory rest periods, and other job

assignments. Many analysts view Brazil's regulatory framework for airline labor relations as particularly strict and outdated compared to other South American jurisdictions, such as Chile and Uruguay. These countries offer airlines greater flexibility in managing crew working hours. Furthermore, Brazilian law explicitly prohibits the hiring of foreign pilots. In contrast, countries like India allow carriers to employ expatriate pilots, who have recently become the majority of the workforce in many Indian airlines. Similarly, China, another emerging aviation market, has also begun permitting the recruitment of foreign crew members.

In Brazil, however, not only are airlines prohibited from hiring foreign pilots, but for many years, numerous qualified Brazilian pilots have left the country in search of better pay and working conditions offered by expanding airlines abroad. As the domestic aviation industry has experienced rapid growth, this has resulted in a noticeable shortage of pilots. This shortage has had significant implications for the bargaining power of unions and the wage premiums demanded by flight crews.

Airline costs typically represent the expenditures of carriers with highly-specialized production inputs and services. Most important airline costs items that compose the largest share of the total cost of an airline are: fuel, crew, maintenance and overhaul of aircraft, and airport fees. Doganis (2006) finds that fuel costs along labor costs with account for about 50% of U.S. airline's total costs and therefore may be considered the two most important cost categories. According to the Brazilian regulator, the annual average full cost of a pilot was US\$ 167 thousand in 2010 against US\$ 110 thousand in 2002¹⁵. This represents an increase of more than 50%. In 2002, the flight crew total workforce within the country was 10 thousand, against 18 thousand in 2010. On the other hand, the total costs associated with flight crew increased by 275% in the same period¹⁶.

Figure 1 shows the index of evolution of the main cost items in proportion to the total cost of Brazilian airlines. Consistent with the international experience, fuel costs in Brazil represent the largest share of total costs.

¹⁵ These figures include benefits and taxes. Statistical Yearbook of the National Agency for Civil Aviation, 2000-2010, with own calculations.

¹⁶ Approximately US\$ 570 million in 2002 against US\$ 1,568 million in 2010. Source: Statistical Yearbook of the National Agency for Civil Aviation, 2000-2010, with own calculations.

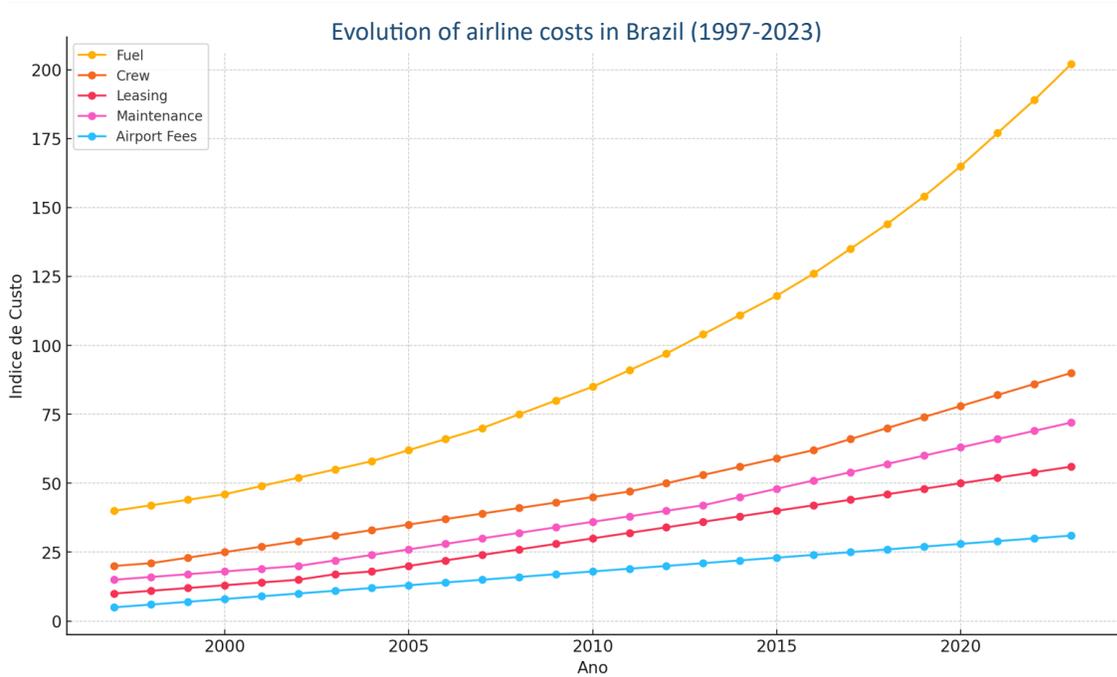


Figure 1: Evolution of main airline cost figures, 1997 - 2023 (Source: ANAC).¹⁷

4.2. Modelling airline competition with economies of density and wage premiums shocks

4.2.1. The theoretical model of duopoly competition

We developed a differentiated duopoly model based on the framework of Dixit (1979) and Singh and Vives (1984). More precisely, we build upon the airline duopoly model of Fu, Lijesen and Oum (2006) and Oum and Fu (2007). Assume price competition with Bertrand-Nash equilibrium in which a duopoly is composed by a major airline (firm 1) and a small low cost airline (firm 2). These two firms face the following respective demand functions:

$$\begin{aligned} q_1 &= \alpha_1 - \beta_1 p_1 + \gamma_1 p_2 \\ q_2 &= \alpha_2 - \beta_2 p_2 + \gamma_2 p_1 \end{aligned} \quad (1)$$

Where q_1 , q_2 , p_1 and p_2 are the quantities and the price set by firm 1 and firm 2, respectively. α_1 , α_2 , β_1 , β_2 , γ_1 and γ_2 are demand parameters. With this demand system, the profits of firms are:

¹⁷ Real values index

$$\pi_1 = TR_1 - TC_1 = p_1 q_1 - TC(q_1) \quad (2)$$

$$\pi_2 = TR_2 - TC_2 = p_2 q_2 - TC(q_2)$$

The total cost function may be written as (3), where FC_1 and FC_2 are fixed costs, c_1 and c_2 are cost parameters, and φ is a measure of the density economy:

$$TC_1(q_1) = FC_1 + c_1 q_1 - \varphi q_1^2 \quad (3)$$

$$TC_2(q_2) = FC_2 + c_2 q_2 - \varphi q_2^2$$

The marginal cost is therefore equal to:

$$MC_1 = \frac{\partial TC_1}{\partial q_1} = c_1 - 2\varphi q_1 \quad (4)$$

$$MC_2 = \frac{\partial TC_2}{\partial q_2} = c_2 - 2\varphi q_2$$

Assuming that both firms maximize profits by setting output quantities, such as in (2), then the first-order conditions are the following:

$$\pi'_1 = \frac{\partial \pi_1[p_1, q_1(p_1, p_2)]}{\partial p_1} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} &= q_1 + p_1 \frac{\partial q_1(p_1, p_2)}{\partial p_1} - c_1 \frac{\partial q_1(p_1, p_2)}{\partial p_1} + 2\varphi \frac{\partial q_1(p_1, p_2)}{\partial p_1} \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$\pi'_2 = \frac{\partial \pi_2[p_2, q_2(p_1, p_2)]}{\partial p_2}$$

$$\begin{aligned} &= q_2 + p_2 \frac{\partial q_2(p_1, p_2)}{\partial p_2} - c_2 \frac{\partial q_2(p_1, p_2)}{\partial p_2} + 2\varphi \frac{\partial q_2(p_1, p_2)}{\partial p_2} \\ &= 0 \end{aligned}$$

Substituting the demand system (1) in (5):

$$\pi'_1 = (\alpha_1 - \beta_1 p_1 + \gamma_1 p_2) + p_1(-\beta_1) + c_1(-\beta_1) + \varphi(-2\beta_1) = 0 \quad (6)$$

$$\pi'_2 = (\alpha_2 - \beta_2 p_2 + \gamma_2 p_1) + p_2(-\beta_2) + c_2(-\beta_2) + \varphi(-2\beta_2) = 0$$

With (6), we obtain the reaction functions of (7):

$$p_1 = \frac{\alpha_1 + \gamma_1 p_2 - \beta_1 c_1 - 2\beta_1 \varphi}{2\beta_1} \quad (7)$$

$$p_2 = \frac{\alpha_2 + \gamma_2 p_1 - \beta_2 c_2 - 2\beta_2 \varphi}{2\beta_2}$$

By solving the system of simultaneous equations represented by the reaction functions (7), we obtain the vector of equilibrium prices $p^* = \{p_1^*, p_2^*\}$ for firm 1 and firm 2:

$$p_1^* = \frac{8\alpha_1\beta_1\beta_2^2 + 4\alpha_2\beta_1\beta_2\gamma_1 - 4\beta_1\beta_2^2\gamma_1c_2 - 8\varphi\beta_1\beta_2^2\gamma_1 - 8\beta_1^2\beta_2^2c_1 - 16\varphi\beta_1^2\beta_2^2}{16\beta_1^2\beta_2^2 - 4\beta_1\beta_2\gamma_1\gamma_2} \quad (8)$$

$$p_2^* = \frac{8\alpha_2\beta_2\beta_1^2 + 4\alpha_1\beta_1\beta_2\gamma_2 - 4\beta_1\beta_1^2\gamma_2c_1 - 8\varphi\beta_1^2\beta_2\gamma_2 - 8\beta_1^2\beta_2^2c_2 - 16\varphi\beta_1^2\beta_2^2}{16\beta_1^2\beta_2^2 - 4\beta_1\beta_2\gamma_1\gamma_2}$$

With the equilibrium prices of (8), it is possible to investigate the comparative-statics of wage premium shocks. By differentiating price with respect to marginal costs, we have:

$$\frac{\partial p_1^*}{\partial c_1} = \frac{-8\beta_1^2\beta_2^2}{16\beta_1^2\beta_2^2 - 4\beta_1\beta_2\gamma_1\gamma_2} \quad (9)$$

$$\frac{\partial p_2^*}{\partial c_2} = \frac{-8\beta_1^2\beta_2^2}{16\beta_1^2\beta_2^2 - 4\beta_1\beta_2\gamma_1\gamma_2}$$

which is our measure of the price-cost pass through of both firms in the market. With this measure, it is possible to simulate the competitive impacts of a change in cost figures c_1 and c_2 . With respect to changes in our density economies measure (φ), we have that the static-comparative of the Bertrand-Nash equilibrium is:

$$\frac{\partial p_1^*}{\partial \varphi} = \frac{-8\beta_1\beta_2^2\gamma_1 - 16\beta_1^2\beta_2^2}{16\beta_1^2\beta_2^2 - 4\beta_1\beta_2\gamma_1\gamma_2} \quad (10)$$

$$\frac{\partial p_2^*}{\partial \varphi} = \frac{-8\beta_2\beta_1^2\gamma_2 - 16\beta_1^2\beta_2^2}{16\beta_1^2\beta_2^2 - 4\beta_1\beta_2\gamma_1\gamma_2}$$

We use both (9) and (10) in our application to the Brazilian airline industry below, in order to assess the impacts of changes in the cost structure of airlines in the market.

4.3. Application to a Brazilian Airline market

We apply the theoretical framework described above to the case of the airport pair Congonhas (CGH) and Santos Dumont (SDU), which connects Rio de Janeiro and São Paulo in Southeast Brazil. This route is the busiest in the country. The data used to estimate the parameters were provided by the National Agency for Civil Aviation (ANAC). The database is structured as panel data for five airlines across several months. The sample period spans from January 1997 to September 2001, with monthly observations. The airlines included in the analysis are Varig (RG), Rio Sul (SL), TAM (TA), Vasp (VP), and Transbrasil (TB). The market is treated as directional, meaning that the dataset includes information for both the SDU-CGH and CGH-SDU routes. The total sample size comprises 572 observations.

During the sample period, some codeshare agreements were in place. The most prominent were between RG-SL and VP-TB. TAM (TA) operated independently throughout the sample period but entered into a codeshare agreement with RG in 2003. Since TA and RG-SL exhibited similar characteristics in the market (each holding more than 25% market share) and eventually formed an alliance, they were grouped into a single entity, referred to as the "major carrier" group. VP and TB had each less than 15% of the market and therefore were grouped to form the "small low cost carrier" group. In fact, the average fare of VP-TB was roughly a third lower than the average fares of RG-SL-TA.¹⁸ We do not classify these airlines as LCCs (Low Cost Carriers) because they did not follow the LCC business model, but were actually the only low cost alternatives in the market. The first LCC in Latin America, Gol Airlines, only entered the market in 2002. We therefore employ the simplification of

¹⁸ 4USD 160 against USD 110 (Source: ANAC, 2000, with own calculation)

grouping similar carriers to estimate the demand and costs equations. As these carriers were actually partners, we believe our simplification does not change results significantly.

Given the panel data structure of our sample (airlines-months), we therefore employ a fixed effects estimator for both the demand and the costs equations. Also, in the estimation of demand and cost parameters we used White's robust correction to control for heteroscedasticity and autocorrelation of third order.

4.3.1. Demand function

We use the following variables in our demand framework: q_j (dependent variable) is the number of passengers daily each way of Airline j , p_j is the average price of airline j , p_{-j} is the average price of rival group of airline j . As we have two groups of airlines, we use dummies for airline classification: *major* is a dummy indicative of the group of major airlines (RG, SL, TA), and *small* is a dummy indicative of the group of small airlines (VP, TB). *gdp* is gross domestic product, a demand shifter for business-related trips and a proxy for income Evolution.

We employ the above variables in a single econometric framework of demand. In order to estimate different price and *gdp* sensitivities for each airline group, we make use of slope shifters, ie. interactions with the airline group dummies. Therefore we have: $p_j \times major$ is an interaction of p_j and *major*, $p_{-j} \times major$ is an interaction of p_{-j} and *major*, $p_j \times small$ is an interaction of p_j and *small*, $p_{-j} \times small$ is an interaction of p_{-j} and *small*, $gdp \times major$ is an interaction of *gdp* and *major* and $gdp \times small$ is an interaction of *gdp* and *small*. Table 1 presents the estimation results, consistent with demand system (1):

Table 1 - Estimation Results¹⁹

	dep. Var.: q_j²⁰
$p_j \times major$	-4.266*** [1.088]
$p_{-j} \times major$	3.369***

¹⁹ Heteroskedasticity and autocorrelation-robust standard errors in brackets. Superscripts *, ** and *** denote, respectively, significance at the 10%, 5%, and 1% levels. Estimated effects of airline-period, Airline-codesharing periods, month, quarter and airline-specific trends not reported.

²⁰ See Annex 4 for the details of the empirical calculations.

	[1.040]
<i>gdp</i> × <i>major</i>	9.388**
	[4.664]
<i>p_j</i> × <i>small</i>	-8.948***
	[0.754]
<i>p_{-j}</i> × <i>small</i>	4.906***
	[1.105]
<i>gdp</i> × <i>small</i>	0.356
	[4.476]
Adj. R²	0.934

Results indicate that the demand of major airlines are much less sensitive to price than the demand of smaller airlines. In a situation of overall price increase of one unity, the major airline loses 4.27 passengers and gains 3.37 passengers from rival small airline. The small airline loses 8.95 passengers and gains 4.91 passengers from rival major airline. With respect to the sensitivity of demand to changes in the gross domestic product (GDP), we find that economic growth has a statistically significant impact only on the demand of the major airline.

With respect to parameters α_1 and α_2 , we had the following steps in order to identify their values from the estimation results of demand. These figures are associated with the value that dependent variable assumes when all independent variables are zero. The Steps were:

1. remove the mean of all independent variables of the demand of major and small airlines;
2. multiply each independent variable of demand by the average obtained in the previous operation to both firms; and
3. add up all the independent variables multiplied by their average of demand of major and small airlines, separately. With this steps, we obtained $\hat{\alpha}_1 = 2.248$ and $\hat{\alpha}_2 = 721$, all statistically significant at 1% level.

4.3.2. Cost function

Consistent with the cost-side model presented in equation (3), we estimate a quadratic total cost function. To achieve this, we utilize the previously described panel dataset. As before, a fixed-effects estimator is employed to account for unobserved heterogeneity across

airlines. All data used in the estimation were provided by the National Agency for Civil Aviation (ANAC).

We use the following variables in the regression model: tc_j (the dependent variable), is the total cost of Airline j ; $q_j \times major$ is an interaction of q_j and $major$. $q_j \times small$ is an interaction of q_j and $small$. And finally, q_j^2 is a quadratic term²¹. The estimated coefficient of this variable provides an assessment of the economies of density in the market - ie, the parameter ϕ of (3). Estimation results of the costs side are presented below:

Table 2 - Estimation Results²²

	dep. Var.: tc_j ²³
$q_j \times major$	113.669*** [12.598]
$q_j \times small$	108.713*** [10.785]
q_j^2	-0.0216*** [0.006]
Adj. R^2	0.802

We find a statistically significant measure of economies of density, $\hat{\phi}$. In fact, the estimated coefficient of was equal to -0,0216, meaning that marginal costs clearly decreases with traffic.

²¹ A quadratic term, such as q^2 , refers to the variable being squared, which means multiplying the variable by itself ($q \times q$). In a regression model, the inclusion of a quadratic term captures nonlinear relationships between the independent variable q and the dependent variable. This allows the model to account for situations where the effect of q on the dependent variable changes depending on its magnitude, either increasing or decreasing at different rates. For instance, if the estimated coefficient of q^2 is positive, it suggests an upward-curving relationship, meaning that the dependent variable increases at an accelerating rate as q grows. Conversely, if the coefficient is negative, it indicates a downward-curving relationship, where the dependent variable increases at a decelerating rate as q grows. This negative relationship can reflect economies of scale or economies of density in certain contexts. In the presented case, the coefficient of q^2 provides insights into economies of density in the market. If the coefficient is statistically significant and negative, it suggests that as volume (or density) q increases, the additional cost per unit decreases, highlighting the presence of economies of density.

²² Heteroskedasticity and autocorrelation-robust standard errors in brackets. Superscripts *, **, and *** denote, respectively, significance at the 10%, 5%, and 1% levels. Estimated effects of airline-period, Airline-codesharing periods, month, quarter and airline-specific trends not reported.

²³ See Annex 5 for the details of the empirical calculations.

4.3.3. Simulations of wage premium shocks

Here we study the comparative-statics of a wage premium shock in the competition between major and small airlines in the presence of weak, estimated (base case), and strong economies of density. We simulate a wage hike of 10%. The wage hike is transmitted to costs according to the share of wages in total airline costs. The price-cost pass through rates are dictated according to the Bertrand-Nash model developed earlier. Results are presented in Table 3. In these simulations $\% \Delta_p$ is the price variation, $\% \Delta_q$ is the traffic variation, and $\% \Delta_\pi$ is the profit variation, all measured in percent change. We simulate three cases of economies of density: “base case” (ie, estimated φ), “weak economies of density” ($\frac{\varphi}{2}$) and “strong economies of density” ($\varphi \times 2$).

Table 3 - Wage premium shock simulations - 10% wage hike²⁴

<i>Economies of density</i>		$\% \Delta_p$	$\% \Delta_q$	$\% \Delta_\pi$
“weak”	Major	0.22	-0.05	-0.09
	Small	0.47	-0.44	-0.88
“base case”	Major	0.24	-0.04	-0.08
	Small	0.54	-0.46	-0.93
“strong”	Major	0.29	-0.02	-0.04
	Small	0.80	-0.53	-1.05

As shown in Table 3, the wage hike leads to a reduction in profits for both airlines, as expected. However, for the major airline, the profit losses are minimal, remaining below 0.10% across all scenarios of economies of density. Notably, although the cost-price pass-through for smaller airlines is significantly higher than that of major airlines—more than double in all cases—their profitability is substantially more affected in every scenario. Additionally, due to the greater reduction in the quantity of passengers for the smaller airline, higher market concentration levels are observed following the cost shock.

Table 3 also highlights that in the presence of weak economies of density, the smaller airline experiences a less severe impact. In such situations, the major carrier benefits less from its larger share of market traffic, as the advantages of scale are diminished. This

²⁴ Scenarios of economies of density: “base case” (ie, estimated φ), “weak economies of density” ($\frac{\varphi}{2}$) “strong economies of density” ($\varphi \times 2$).

dynamic underscores the interplay between economies of density and market share in determining the relative resilience of airlines to cost shocks.

The market. We also perform some simulations of cost shocks in case of higher elasticity of demand. In these simulations, we double all price sensitivities of demand, ie we consider $2 \times \beta_i$ and $2 \times \gamma_i$, instead of β_i and γ_i , $i = \{1,2\}$. Table 4 presents the results.

Table 4 - Wage premium shocks simulations - 10% wage hike, high price-elasticity²⁵

<i>Economies of density</i>		$\% \Delta_p$	$\% \Delta_q$	$\% \Delta_\pi$
"weak"	Major	0.31	-0.07	-0.13
	Small	0.61	-0.84	-1.66
"base case"	Major	0.35	-0.05	-0.09
	Small	0.75	-0.92	-1.84
"strong"	Major	0.48	0.03	0.07
	Small	1.34	-1.27	-2.53

The analysis with higher elasticity of demand of Table 4 shows that the losses in profits and quantities of the small airline due to the wage hike are amplified. For example, with higher price-elasticity of demand, the small airline would lose 1.84% of profits in the base case. This is almost double the results of the case of Table 3, when estimated economies of density were applied. On the other hand, results for the major airline are not significantly impacted. We therefore have that the impacts in the concentration levels are magnified.

The analysis of Tables 3 and 4 shows that both economies of density and price-elasticity of demand impact market results. In sum, results of small airline losses in demand and profits are amplified by both stronger economies of density and higher price-elasticity of demand. The major airline is either always less impacted or even benefited from the wage hike, although the magnitude of this effect is small. This situation is illustrated in Figure 4, where we plot an index of economies of density (setting the base case equal to 100) against the percent change in total profit of both carriers. In order to produce this graph, we simulated many intermediate cases of economies of density for two situations of price-elasticity of

²⁵ We denote "high price elasticity" when considering $2 \times \beta_i$ and $2 \times \gamma_i$, $i = \{1,2\}$, instead of β_i and γ_i . Scenarios of economies of density: "base case" (ie, estimated φ), "weak economies of density" ($\frac{\varphi}{2}$) and "Strong economies of density" ($\varphi \times 2$).

demand: *situation A* (estimated price-elasticity) and *situation B* (higher price-elasticity). The higher the economies of density the lower the profit variation of the small Airline (π_2^A) and the higher the profit variation of the major Airline (π_1^A). Results are amplified in situation B, as the slopes of both curves increase as is decreasing in the index of economies of density.

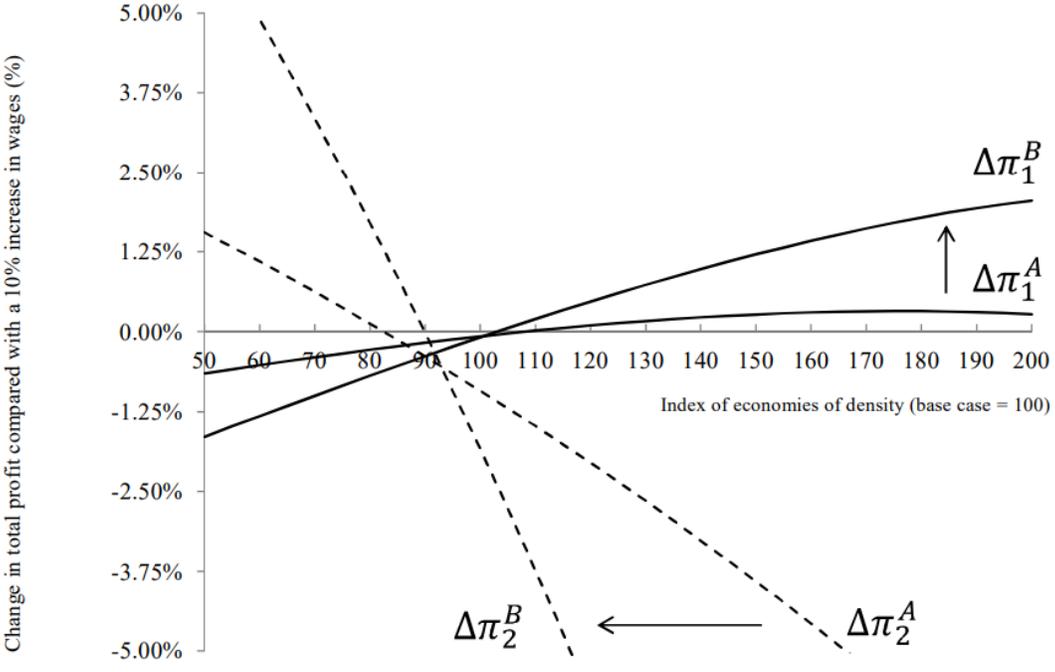


Figure 4: Profits variations according to economies of density

Final results indicated that the small airline is always more affected than the major airline when a linear wage increase is imposed. Looking strictly at the product market effects, and aiming at avoiding a higher concentration, one possible proposal is a differentiated wage hike, according to the size of airline. With this wage hike differential, workers would allow wage concessions to the smaller airline. Table 5 permits observing the effects of this proposal. There, we simulate a situation of differentiated flight crew cost shocks in which the small airline will suffer a 5% wage hike whereas the major airline will have the full, 10% hike, in wages.

Table 5 - Wage premium shocks simulations - Differential Wage Increase

<i>Economies of density</i>		$\% \Delta_p$	$\% \Delta_q$	$\% \Delta_\pi$
“weak”	Major	0.18	-0.10	-0.19
	Small	0.27	-0.13	-0.27
“base case”	Major	0.20	-0.10	-0.19
	Small	0.31	-0.14	-0.27
“strong”	Major	0.24	-0.09	-0.19
	Small	0.42	-0.14	-0.28

Table 5 suggests that in the presence of bargaining with differentiated wage concessions - ie, with the workforce of the small carrier having only half of the wage hike of the major carrier -, the small airline is considerably less affected. In this situation, overall prices and concentration have a lower increase in comparison to previous cases. The small carrier still has higher losses due to the increase in the wage premiums but is significantly less impacted. We believe that our simulation results above points to the same direction of the US market nowadays. Hirsch (2007) shows that the experience of the US market in the post deregulation period reveals positive wage premiums for pilots stemming from considerable union bargaining power at the major carriers, but not at regional carriers. In fact, the author shows that regional carriers wages approximate opportunity costs. Looking at our results, we think there is a trend to the differential wage concessions scheme in which smaller carriers have lower wage premiums than major carriers tends to prevails in Brazil. We therefore conclude that the Brazilian experience may converge to the case of the labor market in the US airline industry. We also believe that, consistent with other emerging airline markets, labor regulations should be liberalized in Brazil.

4.4. Considerations

The Brazilian airline industry has demonstrated significant product-market concentration since the mid-2000s. Recent trends of rapidly increasing labor costs have highlighted the importance of analyzing the effects of wage premium shocks on industry competitiveness. In a market marked by growing unionization, wage premiums for highly qualified workers tend to rise due to labor market rents driven by union bargaining power. Given the strong market concentration, concerns have been raised regarding the potential

erosion of the benefits brought by economic deregulation since the late 1990s. This concern is particularly relevant in scenarios involving cost shocks, which are often passed on to prices.

This study examines the effects of exogenous labor cost shocks on prices, demand, and total profits within the Brazilian airline industry. A differentiated duopoly model is employed, relaxing the common assumption of absent economies of density observed in previous research. This framework enables the modeling of competitive interactions between major and smaller airlines. Simulations are conducted to evaluate the impacts of a uniform 10% wage increase and a differentiated wage increase scheme involving worker concessions.

The findings indicate that smaller airlines are consistently more vulnerable to cost shocks compared to major airlines. However, when wage increases are differentiated by airline size, smaller carriers are less severely impacted, resulting in a smaller increase in market concentration and reduced negative effects on consumer welfare. The analysis also suggests that the lower bargaining power of smaller airlines in salary negotiations could weaken overall competition in the industry if uniform labor cost increases are applied. By contrast, differentiated wage concession schemes can significantly reduce the losses experienced by smaller carriers.

This chapter contributes to the existing literature in two key ways. First, it extends differentiated duopoly models to incorporate the effects of wage premium shocks. Second, it evaluates these shocks' impacts on both major and smaller airlines while accounting for the influence of economies of traffic density. By addressing wage premium increases, the study highlights a pressing issue in emerging markets like Brazil, where the rapid growth in air transportation demand has led to a shortage of qualified workers in the industry. Given trends in other emerging airline markets, the findings suggest that liberalizing labor regulations in Brazil could be an effective approach to addressing these challenges.

5. Considerações Finais

Os ensaios apresentados nesta tese exploram temas fundamentais na economia aplicada ao setor de transportes, com foco no Brasil. Os resultados mostram como diferentes ferramentas analíticas e modelos podem ser usados para entender as dinâmicas de mercado, avaliar políticas públicas e otimizar investimentos em infraestrutura. As considerações finais integram os achados de cada ensaio, destacando a relevância teórica e prática das contribuições.

O primeiro ensaio abordou o uso de preços-sombra na análise custo-benefício de projetos de infraestrutura, com foco especial no mercado de trabalho brasileiro. A análise mostrou que, em economias com distorções de mercado, como o Brasil, os preços de mercado frequentemente falham em refletir o verdadeiro custo social dos insumos, especialmente a mão de obra. O estudo propôs uma metodologia adaptada às condições locais, considerando fatores como informalidade, disparidades regionais e desigualdades sociais.

Os resultados do primeiro ensaio indicaram que a aplicação de preços-sombra oferece uma avaliação mais precisa da eficiência social de projetos. Isso é especialmente relevante em setores onde as intervenções do Estado e as falhas de mercado são significativas. A análise revelou que o uso de fatores de correção regionalizados é essencial para refletir as condições específicas de cada mercado de trabalho, promovendo decisões mais informadas na alocação de recursos públicos.

O segundo ensaio investigou os impactos de choques nos preços de combustíveis sobre a competitividade no setor aéreo. Usando um modelo de duopólio diferenciado, o estudo examinou a ponte aérea Rio-São Paulo, uma das rotas mais movimentadas do país. A análise mostrou que choques exógenos nos custos, como aumentos no preço do querosene de aviação, afetam de maneira distinta as empresas maiores e as menores, com as últimas enfrentando maior vulnerabilidade.

Os resultados indicaram que empresas menores, tendem a repassar os aumentos de custos para os preços de forma mais acentuada, o que reduz sua competitividade e participação de mercado. Por outro lado, empresas maiores demonstraram maior resiliência devido à capacidade de absorver choques e fidelizar clientes. Isso ressalta a necessidade de

políticas que mitiguem os impactos de custos voláteis, como o incentivo ao uso de hedges de combustível.

O segundo ensaio também destacou a importância da elasticidade-preço da demanda. A análise revelou que consumidores respondem a aumentos de preços ajustando suas preferências, o que pode intensificar os desafios enfrentados pelas empresas menores. Esses resultados sugerem que políticas públicas voltadas à estabilidade de custos no setor aéreo podem beneficiar tanto os consumidores quanto a competitividade do mercado.

No terceiro ensaio, foram analisados os impactos de choques salariais no setor aéreo brasileiro. Utilizando um modelo de duopólio com economias de densidade, o estudo examinou como aumentos nos custos de mão de obra afetam as condições de competição entre grandes empresas e empresas menores. Os resultados mostraram que choques salariais exacerbam a concentração de mercado, uma vez que empresas menores enfrentam maiores dificuldades para absorver os custos adicionais.

O estudo também destacou que políticas de diferenciação salarial, com base no tamanho e na estrutura das empresas, podem mitigar os efeitos negativos sobre a competição. Isso reforça a necessidade de estratégias regulatórias que promovam a sustentabilidade de empresas menores, garantindo diversidade no mercado e opções acessíveis para os consumidores.

A integração dos três ensaios reforça a importância de abordagens combinadas entre teoria econômica e análise empírica. O primeiro ensaio fornece uma base teórica sólida para entender como distorções de mercado afetam a eficiência econômica e a alocação de recursos. Já o segundo e o terceiro ensaios aplicam essas ideias a contextos específicos, demonstrando como choques econômicos podem impactar mercados estratégicos como o setor aéreo.

Do ponto de vista teórico, a tese contribui ao adaptar conceitos de economia do bem-estar para aplicações práticas em mercados dinâmicos e desiguais. O uso de modelos de duopólio diferenciados permitiu simular cenários realistas e prever comportamentos de mercado em resposta a diferentes tipos de choques. Isso amplia a relevância prática dos resultados, fornecendo insights valiosos para a formulação de políticas públicas.

Os achados empíricos destacam a necessidade de políticas que promovam um ambiente competitivo equilibrado, especialmente em mercados sujeitos a volatilidades, como o de transportes. Além disso, a tese mostra que a adaptação de práticas internacionais para o contexto brasileiro é essencial para melhorar a eficiência e a transparência na avaliação de projetos de infraestrutura.

A análise custo-benefício apresentada no primeiro ensaio sublinha a relevância de incorporar externalidades e distorções de mercado na avaliação de projetos. Ao ajustar os custos de mão de obra utilizando preços-sombra, foi possível revelar o verdadeiro impacto econômico de investimentos em infraestrutura, destacando o potencial de benefícios sociais substanciais.

No segundo ensaio, a análise de choques de custos de combustíveis mostrou que estratégias como hedges podem ser ferramentas importantes para mitigar riscos no setor aéreo. No entanto, a implementação eficaz dessas estratégias exige robustez financeira e gestão de risco, o que destaca as desigualdades estruturais entre empresas maiores e menores no mercado.

Por sua vez, o terceiro ensaio aponta que políticas salariais mais flexíveis podem ser um caminho promissor para preservar a competição no setor aéreo. Esquemas diferenciados de aumento salarial, ajustados às condições específicas de cada empresa, podem reduzir as barreiras enfrentadas por entrantes e empresas menores.

A análise integrada dos três ensaios oferece uma visão abrangente sobre como políticas públicas e estratégias empresariais podem ser ajustadas para promover mercados mais eficientes e inclusivos. Os resultados reforçam a necessidade de considerar não apenas os aspectos econômicos, mas também as implicações sociais das decisões no setor de transportes.

Do ponto de vista metodológico, a tese demonstra a importância de utilizar ferramentas analíticas avançadas, como modelos econométricos robustos, para capturar as complexidades dos mercados analisados. A combinação de dados empíricos detalhados com abordagens teóricas bem fundamentadas oferece uma base sólida para recomendações práticas.

Em síntese, os ensaios apresentados nesta tese contribuem para o avanço da literatura econômica aplicada, ao mesmo tempo em que oferecem insights práticos para melhorar a formulação de políticas públicas e a gestão de mercados estratégicos. No contexto brasileiro, as recomendações propostas têm o potencial de melhorar significativamente a competitividade, a sustentabilidade e o bem-estar social no setor de transportes.

Assim, esta tese não apenas amplia o entendimento acadêmico sobre os temas abordados, mas também oferece um guia prático para gestores públicos e empresas, destacando a importância de estratégias informadas para enfrentar os desafios de mercados voláteis e desiguais. Os resultados apresentados são, portanto, um passo importante para alinhar teoria e prática na busca por um desenvolvimento econômico mais equilibrado e inclusivo.

Referências Bibliográficas

- Abdulai A., Regmi P., 2000, “Estimating labour supply of farm households under non separability: empirical evidence from Nepal”, *Agricultural Economics*, vol. 22(3), pp. 309-320.
- ANAC (anos diversos) Anuário do Transporte Aéreo, Dados Econômicos.
- Babecký, J., Caju, P. D., Kosma, T., Lawless, M., Messina, J., e Rødm, T., (2010), “Downward nominal and real wage rigidity: Survey evidence from European firms”, *Scandinavian Journal of Economics* 112(4), 884-910.
- Barbot, C. (2006) “Low-cost airlines, secondary airports, and stated aid: an economic assessment of the Ryanair-Charleroi airport agreement”, *Journal of Air Transport Management*, 12:197-203.
- Batalgi, B., Griç n, J. and Rich, R. (1995) “Airline deregulation: the cost pieces of the puzzle” , *International Economic Review*, 36 (1):245-258.
- Benmelech, E., Bergman, N. and Enriquez, R. (2011) “Negotiating with labor under financial distress”, NBER Working Paper Series 17192.
- Berry, S., Carnall, M. and Spiller, P. (2006) “Airline hubbing: costs and demand”, in D. Lee, ed., *Advances in Airline Economics, Vol I: Competition Policy and Antitrust*. London: Elsevier Press.
- Bitner, M. J., Booms, B. H., & Mohr, L. A. (1990). Critical service encounters: The employee's viewpoint. *Journal of Marketing*, 54(4), 71-84.
- Boardman, A.E., Greenberg, D.H., Vining, A.R. and Weimer, D.L. *Cost-benefit Analysis: Concepts and Practice*, third edition, Upper Saddle River: Pearson, 2006.
- Brent R. J., 1991, “The shadow wage rate and the numbers effect”, *Public Finance*, vol. 46(2), pp. 186-197.
- Brueckner, J. and Spiller, P. (1994), “Economies of traffic density in the deregulated airline industry”, *Journal of Law & Economics*, University of Chicago Press, 37(2): 379- 415.
- Brueckner, J., Dyer, N. and Spiller, P. T. (1992) “Fare determination in airline hub-and-spoke networks”, *Rand Journal of Economics*, 23(3), 309-333.

- Caju, P. D., Fuss, C., e Wintr, L., (2009), “Understanding sectoral differences in downward real wage rigidity: workforce composition, institutions, technology and competition”, Working Paper Series 1006, European Central Bank.
- Campbell, H.F. and Hand, A.J. Joint Ventures and Technology Transfer: The Solomon Islands Pole-and-line Fishery, *Journal of Development Economics*, vol. 57, pp. 421–442, 1998.
- Card, D. (1996) “Deregulation and labor earnings in the airline industry”, NBER Working Paper 5687.
- Cardenas, M. M., Barragan T. L., Diaz G. A. H. Estimacion del precio-cuenta de la mano de obra. Archivos de Economía, Dirección de Estudios Económicos, Departamento Nacional de Planeación, 2019.
- Carvalho, A. P. (2003). “Metodologias de cálculo do preço sombra da mão de obra no Brasil”. Rio de Janeiro: Editora Científica.
- Caves, D., Christensen, L. and Tretheway, M. (1984) “Economies of density versus economies of scale: why trunk and local service airline costs differ”, *Rand Journal of Economics* 15(4):471-489.
- Chao, C.-C. e C.-W. Hsu (2014) Cost analysis of air cargo transport and effects of fluctuations in fuel price. *Journal of Air Transport Management*, v. 35, p. 51–56
- Chiara, D. B., et al. Shadow Wages for the EU Regions. *FISCAL STUDIES*, vol 32. N. 1, p. 109-143, 2011.
- Comissão Europeia. Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects - Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020. Bruxelas: Escritório de Publicações da União Europeia, 2015.
- Comissão Europeia. Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects, DG Regional Policy (by M. Florio et al.), DG Regional Policy, Brussels, 2008.
- De Borger B., 1993, “The economic environment and the public enterprise behaviour: Belgian railroads, 1950-1986”, *Economica*, New Series, vol. 60(240), pp.443-463.
- De Rus G., 2010, *Introduction to Cost Benefit Analysis: looking for Reasonable Shortcuts*, Edward Elgar.

- Del Bo, C.F., Fiorio, C.V. and Florio M. (2011), 'Shadow wages for the EU regions', *Fiscal Studies*, Vol. 32(1), pp. 109-143
- Dickens, W. T., Goette, L., Groshen, E. L., Holden, S., Messina, J., Schweitzer, M. E., Turunen, J. and Ward, M. E., (2007), "How wages change: Micro evidence from the International Wage Flexibility Project", *Journal of Economic Perspectives* 21(2), 195-214.
- Dixit, A. (1979) A Model of Duopoly Suggesting a Theory of Entry Barriers. *The Bell Journal of Economics*, v. 10, n. 1, p. 20–32.
- Doganis, R. (2001), *The airline business in the 21st century*. London: Routledge, 1st Edition, 2001.
- Dolnicar, S., Grabler, K., Grun, B., & Kulnig, A. (2011). Key drivers of airline loyalty. *Journal of Travel Research*, 50(5), 456-467.
- Drèze J., Stern N., 1987, The theory of cost-benefit analysis, in Auerbach A., Feldstein M. (eds), *Handbook of public economics*, Vol II, pp 909-989, Elsevier, North Holland.
- Drèze J., Stern N., 1990, "Policy reform, shadow prices, and market prices", *Journal of public economics*, vol. 42, pp. 1-45.
- EPL (2014) Pesquisa de Origem/Destino do Transporte Aéreo de Passageiros. Rel. téc.
- Fernandes, H. F.; C. J. P. Alves e A. V. M. de Oliveira (2014) Estudo dos efeitos de aumentos no custo do combustível na demanda por transporte aéreo doméstico. *Transportes*, v. 22, n. 3, p. 64–75.
- Ferreira, p. C.; Nascimento, I. G. "Welfare and growth effects of alternative fiscal rules for infrastructure investment in Brazil". EPGE 604. Fundação Getulio Vargas, 2005 (Ensaio Econômico, EPGE 604).
- Fu, X., Lijesen, M., Oum, T. H. (2006), "An analysis of airport pricing and regulation in the presence of competition between full service airlines and low cost carriers". *Journal of Transport Economics and Policy*, 40(3):425-447.
- Gillen, D., Oum, T. and Tretheway, M. (1990), "Airline cost structure and policy implications". *Journal of Transport Economics and Policy*, 24(1): 9-34.
- Guillermo-Peon, S.B. and Harberger, A.C. (2012), 'Measuring the Social Opportunity Cost of Labor In Mexico', *Journal of Benefit-Cost Analysis*: Vol. 3, Issue 2, Article 1.

- Hirsch, B. (2007), "Wage determination in the US airline industry: union power under product market constraints", In: Darin Lee (ed.) *Advances in Airline Economics*, vol 2, 27-59.
- Holden, S. ed Wulfsberg, F. (2008), "Downward nominal wage rigidity in the OECD", *The B.E. Journal of Macroeconomics* 8(1), (Advances), Article 15.
- Honohan P., 1998, "Key Issues of Cost-Benefit methodology for Irish Industrial Policy" CSF Evaluation Unit (Ireland), (1999), Proposed working rules for Cost-Benefit Analysis, mimeo, Dublin.
- HSU, C.-I.; EIE, W.-Y. Airline network design and adjustment in response to fluctuation in jet fuel prices. *Mathematical and Computer Modelling*, v. 58, n. 11, p. 1791 – 1803, 2013. ISSN 0895-7177.
- Jacoby H.G., 1993, "Shadow wages and peasant family labour supply: an econometric application to the Peruvian Sierra", *Review of Economic Studies*, vol. 60, pp. 903-921.
- Lal, D. Disutility of Effort, "Migration, and the Shadow Wage Rate". *Oxford Economic Papers* 25:1. 1979.
- Lee, D. and Rupp, N. (2007) "Retracting a gift: how does employee effort respond to wage reductions?", *Journal of Labor Economics* 25(4):725-761.
- Lim, S. H. e Y. Hong (2014) Fuel hedging and airline operating costs. *Journal of air transport management*, v. 36, p. 33–40.
- Little I.M.D., Mirrlees J., (1974), "Project appraisal and planning for developing countries", Heinemann, London
- Little, I.M.D. e Mirrlees, J.A.(1968) "Manual of Industrial Project Analysis in Developing Countries", Paris, OECD, 1968.
- Little, I.M.D., Mirrlees, J.A. (1990). "Project appraisal and planning twenty years on". Paper presented at the World Bank Annual Conference on Development Economics. Washington, DC: World Bank.
- Mckinsey Company e Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (2010) Estudo do setor de transporte aéreo do Brasil: relatório consolidado. Rel. téc.

- Melo Filho, C. R.; L. H. Salgado; R. C. Sato e A. V. Oliveira (2014) Modeling the effects of wage premiums on airline competition under asymmetric economies of density: A case study from Brazil. *Journal of Air Transport Management*, v. 36, n. C, p. 59–68.
- Messina, J., Babecký, J., Caju, P. D., Kosma, T., Lawless, M., e Rødm, T., (2010), “Downward nominal and real wage rigidity: Survey evidence from European firms”, *Scandinavian Journal of Economics* 112(4), 884-910.
- Motta, R. S. Custo social da mão de obra na região metropolitana do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Economia*, Rio de Janeiro, 1981.
- Oliveira, J. M. (2001). “A determinação dos custos de oportunidade da força de trabalho no mercado brasileiro”. São Paulo: Editora Econômica.
- Oum, T. and Fu, X. (2007) “Air transport security user charge pricing: an investigation of flat per-passenger charge vs. ad valorem user charge schemes”, *Transportation Research Part E* 43:283-293.
- Oum, T. H.; X. Fu e M. Lijesen (2006) An Analysis of Airport Pricing and Regulation in the Presence of Competition between Full Service Airlines and Low Cost Carriers. *Journal of Transport Economics and Policy*, v. 40, n. 3, p. 425–447.
- Parasuraman, A., Zeithaml, V. A., & Berry, L. L. (1988). SERVQUAL: A multiple-item scale for measuring consumer perceptions of service quality. *Journal of Retailing*, 64(1), 12-40.
- Potts D., 2002, *Project planning and analysis for development*, Lynne Rienner, London.
- Reichheld, F. F. (2003). The one number you need to grow. *Harvard Business Review*, 81(12), 46-54.
- Richards, K. (1996), “The effect of Southwest Airlines on U.S. airline markets”, *Research in Transportation Economics*, 4:33-47.
- Sah R.H., Stiglitz, J., 1985, “The social cost of labour and project evaluation: a general approach”, *Journal of Public Economics*, vol. 28, pp. 135-163.
- Saleh I., 2004, “Estimating shadow wages for economic project appraisal”, *The Pakistan Development Review*, vol. 43(3), pp.253-266.
- Santos, J. C., & Amaral, F. L. (2019). Programas de fidelidade no mercado brasileiro: Um estudo sobre o setor aéreo. *Revista Brasileira de Administração*, 21(1), 45-58.
- Santos, N. S. d. (2001). O oligopólio diferenciado sob incerteza Knightiana. Tese de mestrado.

- Savasini, José Augusto A. A study of export promotion: the Brazilian case. Tese de doutorado. Universidade de Vauderbilt, 1975.
- Sen A.,1972, “Feasibility constraints: foreign exchange and shadow wages”, *Economic Journal*, vol. 82, pp. 486-501.
- Sibdari, S.; I. Mohammadian e D. F. Pyke (2018) On the impact of jet fuel cost on airlines’ capacity choice: Evidence from the US domestic markets. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, v. 111, p. 1–17.
- Silva, R. T., e Souza, M. H. (2010). “Implicações do preço sombra na formulação de políticas públicas de emprego”. Brasília: Editora Governamental.
- Singh, N. and Vives, X. (1984), “Price and quantity competition in a differentiated duopoly”. *Rand Journal of Economics*, 15(4):546-554.
- Skoufias E., 1994, “Using shadow wages to estimate labour supply of agricultural households”, *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 76, pp. 215-227.
- Smith, A., & Sparks, L. (2009). Loyalty cards and their impact on store loyalty: Evidence from UK retailing. *International Journal of Research in Marketing*, 26(1), 17-28.
- Squire L., 1998, “Professor Mirrlees' Contribution to Economic Policy,” *International Tax and Public Finance*, vol. 5(1), pp. 83-91.
- The Treasury of New Zealand. Guide to Social Cost Benefit Analysis. Nova Zelândia, 2015.
- Treasury Board of Canada Secretariat. Canadian Cost-Benefit Analysis Guide. Canadá, 2007.
- Zeithaml, V. A. (1988). Consumer perceptions of price, quality, and value: A means-end model and synthesis of evidence. *Journal of Marketing*, 52(3), 2-22.

ANEXO 1: Principais dados utilizados

Tabela 1: Taxas de desocupação e de subutilização da força de trabalho, na semana de referência, das pessoas de 14 anos ou mais de idade

Variável - Taxa de desocupação, na semana de referência, das pessoas de 14 anos ou mais de idade (%)					
Unidade da Federação	Trimestre x Sexo				
	1º trimestre 2019	2º trimestre 2019	3º trimestre 2019	4º trimestre 2019	1º trimestre 2020
	Total	Total	Total	Total	Total
Rondônia	8,90	6,70	8,20	8,00	8,40
Acre	18,00	13,60	12,80	13,60	13,50
Amazonas	15,90	13,90	13,30	12,90	14,50
Roraima	15,00	14,90	15,00	14,80	16,50
Pará	11,50	11,20	11,20	9,20	10,60
Amapá	20,20	16,90	16,70	15,60	17,20
Tocantins	12,30	11,40	10,50	9,10	11,20
Maranhão	16,30	14,60	14,10	12,10	16,10
Piauí	12,70	12,80	12,70	13,00	13,70
Ceará	11,40	10,90	11,30	10,10	12,10
Rio Grande do Norte	13,80	12,50	13,40	12,60	15,40
Paraíba	11,10	11,90	11,20	12,10	13,80
Pernambuco	16,10	16,00	15,80	14,00	14,50
Alagoas	16,00	14,60	15,40	13,60	16,50
Sergipe	15,50	15,30	14,70	14,80	15,50
Bahia	18,30	17,30	16,80	16,40	18,70
Minas Gerais	11,20	9,60	9,90	9,50	11,50
Espírito Santo	12,10	10,90	10,60	10,30	11,10

Rio de Janeiro	15,30	15,10	14,50	13,70	14,50
São Paulo	13,50	12,80	12,00	11,50	12,20
Paraná	8,90	9,00	8,90	7,30	7,90
Santa Catarina	7,20	6,00	5,80	5,30	5,70
Rio Grande do Sul	8,00	8,20	8,80	7,10	8,30
Mato Grosso do Sul	9,50	8,30	7,50	6,50	7,60
Mato Grosso	9,10	8,30	8,00	6,40	8,50
Goiás	10,70	10,50	10,80	10,40	11,30
Distrito Federal	14,10	13,70	13,20	12,50	13,60

Fonte: IBGE - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua trimestral

Tabela 2: Rendimento médio real, habitualmente recebido por mês e efetivamente recebido no mês de referência, do trabalho principal, por agrupamentos de atividade no trabalho principal

Variável - Rendimento médio real do trabalho principal, habitualmente recebido por mês, pelas pessoas de 14 anos ou mais de idade, ocupadas na semana de referência, com rendimento de trabalho (Reais)								
Unidade da Federação	Trimestre x Grupamento de atividades no trabalho principal - PNADC							
	1º trimestre 2019		2º trimestre 2019		3º trimestre 2019		4º trimestre 2019	
	Total	Indústria geral	Total	Indústria geral	Total	Indústria geral	Total	Indústria geral
Rondônia	1.922	1.757	1.938	1.629	2.027	1.611	2.009	1.720
Acre	1.852	1.013	1.832	872	1.811	777	1.862	998
Amazonas	1.729	1.834	1.696	1.927	1.739	1.821	1.700	1.872
Roraima	2.169	1.749	2.304	1.630	2.324	2.019	2.170	1.860
Pará	1.550	1.396	1.512	1.335	1.560	1.423	1.608	1.400
Amapá	1.949	1.466	1.924	1.652	1.908	1.527	1.933	1.557
Tocantins	1.883	1.344	1.871	1.478	1.858	1.348	1.842	1.453
Maranhão	1.413	1.254	1.302	1.288	1.320	1.139	1.336	1.246
Piauí	1.441	1.276	1.390	1.180	1.322	1.043	1.269	1.033

Ceará	1.576	1.350	1.613	1.270	1.622	1.317	1.617	1.258
Rio Grande do Norte	1.657	1.701	1.666	1.651	1.740	1.790	1.854	1.522
Paraíba	1.631	1.249	1.626	1.329	1.598	1.295	1.588	1.264
Pernambuco	1.720	1.644	1.737	1.654	1.670	1.450	1.682	1.572
Alagoas	1.612	1.359	1.627	1.329	1.540	1.402	1.496	1.558
Sergipe	1.618	1.485	1.599	1.283	1.577	1.453	1.530	1.403
Bahia	1.532	1.539	1.513	1.437	1.501	1.466	1.547	1.438
Minas Gerais	1.927	1.939	1.929	1.998	1.912	1.959	1.947	1.932
Espírito Santo	2.135	2.322	2.070	2.404	2.105	2.332	2.121	2.495
Rio de Janeiro	2.700	3.364	2.684	3.302	2.732	3.506	2.768	3.407
São Paulo	2.922	3.117	2.888	2.945	2.886	2.889	2.897	3.030
Paraná	2.544	2.504	2.443	2.465	2.480	2.530	2.490	2.546
Santa Catarina	2.488	2.208	2.460	2.190	2.495	2.339	2.510	2.329
Rio Grande do Sul	2.532	2.365	2.505	2.434	2.513	2.338	2.521	2.420
Mato Grosso do Sul	2.360	2.012	2.280	2.062	2.251	1.985	2.286	2.213
Mato Grosso	2.315	1.880	2.296	1.857	2.243	2.117	2.255	2.025
Goiás	2.159	2.063	2.091	1.972	2.064	1.941	2.084	1.814
Distrito Federal	4.109	2.925	3.903	2.531	3.834	2.658	4.003	2.734

Fonte: IBGE - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua trimestral

Tabela 3: Índice de Gini da renda domiciliar per capita segundo região, UF e região metropolitana

UF	2010
Rondônia	0,5686
Acre	0,6394
Amazonas	0,6664
Roraima	0,6398
Pará	0,626
Amapá	0,6157
Tocantins	0,6099
Maranhão	0,6291
Piauí	0,6193
Ceará	0,6193
Rio Grande do Norte	0,6074
Paraíba	0,6139
Pernambuco	0,6366
Alagoas	0,6343
Sergipe	0,6288
Bahia	0,6278
Minas Gerais	0,5634
Espírito Santo	0,5723
Rio de Janeiro	0,6116
São Paulo	0,5768
Paraná	0,5416
Santa Catarina	0,4942
Rio Grande do Sul	0,5472
Mato Grosso do Sul	0,565
Mato Grosso	0,5652
Goiás	0,5588
Distrito Federal	0,637
Total	0,6086

Fonte: IBGE/Censos Demográficos 2010

Tabela 4: Rendimento Domiciliar per capita, por ano, segundo Unidade da Federação

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Rondônia	673	721	762	823	901	957	1.113	1.136
Acre	606	633	670	752	761	769	909	890
Amazonas	645	678	739	753	739	850	791	842
Roraima	791	874	871	1.008	1.068	1.006	1.204	1.044
Pará	545	591	631	671	708	715	863	807
Amapá	598	713	753	840	881	936	857	880
Tocantins	609	666	765	816	863	937	1.045	1.056
Maranhão	386	423	461	509	575	597	605	633
Piauí	480	622	659	728	747	750	817	827
Ceará	524	575	616	681	751	824	855	942
Rio Grande do Norte	555	625	695	819	919	845	956	1.057
Paraíba	526	582	682	774	790	928	989	929
Pernambuco	628	707	802	825	872	852	871	970
Alagoas	459	488	604	598	662	658	714	731
Sergipe	650	688	758	782	878	834	906	980
Bahia	579	717	697	736	773	862	841	913
Minas Gerais	854	938	1.049	1.128	1.168	1.224	1.322	1.358
Espírito Santo	863	938	1.052	1.074	1.157	1.205	1.295	1.477
Rio de Janeiro	1.024	1.084	1.193	1.284	1.429	1.445	1.689	1.882
São Paulo	1.197	1.308	1.432	1.482	1.723	1.712	1.898	1.946
Paraná	1.025	1.105	1.210	1.241	1.398	1.472	1.607	1.621
Santa Catarina	1.073	1.167	1.245	1.368	1.458	1.597	1.660	1.769
Rio Grande do Sul	1.097	1.207	1.318	1.434	1.554	1.635	1.705	1.843
Mato Grosso do Sul	875	946	1.053	1.044	1.283	1.291	1.439	1.514
Mato Grosso	875	957	1.032	1.053	1.139	1.247	1.386	1.403
Goiás	858	961	1.031	1.078	1.140	1.277	1.323	1.306

Distrito Federal	1.824	1.940	2.055	2.254	2.351	2.548	2.460	2.686
------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Fonte: IBGE

Tabela 5: Bem estar regional calculado com o rendimento per capita

UF	Bem estar regional
Acre	0,7528
Alagoas	0,7547
Amapá	0,7528
Amazonas	0,7528
Bahia	0,7547
Ceará	0,7547
Distrito Federal	0,7810
Espírito Santo	0,7345
Goiás	0,7810
Maranhão	0,7547
Mato Grosso	0,7810
Mato Grosso do Sul	0,7810
Minas Gerais	0,7345
Pará	0,7528
Paraíba	0,7547
Paraná	0,6835
Pernambuco	0,7547
Piauí	0,7547
Rio de Janeiro	0,7345
Rio Grande do Norte	0,7547
Rio Grande do Sul	0,6835
Rondônia	0,7528
Roraima	0,7528
Santa Catarina	0,6835
São Paulo	0,7345

Sergipe	0,7547
Tocantins	0,7528

Tabela 6: Rendimento médio por qualificação

	Proporção		Salário médio mensal		Salário médio anual		IRPF Aliquota efetiva		INSS		Desemprego		Imposto Total	
	Q	NQ	NQ	Q	NQ	Q	NQ	Q	NQ	Q	NQ	Q	NQ	Q
Brasil	17,90%	82,10%	R\$ 1.489,11	R\$ 4.198,59	R\$ 17.869,35	R\$ 50.383,13	0%	7,35%	9,00%	14,00%	8,07%	6,52%	9,00%	21,35%
Rondônia	10,70%	89,30%	R\$ 1.620,89	R\$ 3.016,49	R\$ 19.450,67	R\$ 36.197,87	0%	3,24%	9,00%	9,00%	5,91%	3,48%	9,00%	12,24%
Acre	21,90%	78,10%	R\$ 1.221,05	R\$ 3.127,50	R\$ 14.652,62	R\$ 37.530,05	0%	3,66%	9,00%	9,00%	7,20%	8,76%	9,00%	12,66%
Amazonas	22,90%	77,10%	R\$ 1.130,43	R\$ 3.161,32	R\$ 13.565,21	R\$ 37.935,83	0%	3,78%	9,00%	14,00%	9,10%	11,22%	9,00%	17,78%
Roraima	20,00%	80,00%	R\$ 1.327,98	R\$ 4.042,10	R\$ 15.935,76	R\$ 48.505,19	0%	6,76%	9,00%	14,00%	10,96%	9,09%	9,00%	20,76%
Pará	15,40%	84,60%	R\$ 1.097,88	R\$ 3.290,10	R\$ 13.174,53	R\$ 39.481,23	0%	4,22%	9,00%	14,00%	6,44%	6,82%	9,00%	18,22%
Amapá	26,40%	73,60%	R\$ 1.352,31	R\$ 3.035,59	R\$ 16.227,74	R\$ 36.427,06	0%	3,31%	9,00%	9,00%	10,40%	12,99%	9,00%	12,31%
Tocantins	20,80%	79,20%	R\$ 1.303,76	R\$ 3.069,63	R\$ 15.645,16	R\$ 36.835,58	0%	3,44%	9,00%	9,00%	6,83%	6,73%	9,00%	12,44%
Maranhão	13,30%	86,70%	R\$ 951,54	R\$ 2.734,56	R\$ 11.418,45	R\$ 32.814,75	0%	2,28%	7,50%	9,00%	8,33%	9,28%	7,50%	11,28%
Piauí	12,80%	87,20%	R\$ 884,81	R\$ 2.613,08	R\$ 10.617,76	R\$ 31.356,94	0%	2,04%	7,50%	9,00%	8,55%	6,32%	7,50%	11,04%
Ceará	15,90%	84,10%	R\$ 1.039,29	R\$ 3.228,79	R\$ 12.471,45	R\$ 38.745,46	0%	4,01%	7,50%	14,00%	7,21%	6,86%	7,50%	18,01%
Rio Grande do Norte	16,60%	83,40%	R\$ 1.086,02	R\$ 3.706,12	R\$ 13.032,22	R\$ 44.473,41	0%	5,43%	9,00%	14,00%	9,01%	7,75%	9,00%	19,43%
Paraíba	16,10%	83,90%	R\$ 1.012,15	R\$ 3.222,35	R\$ 12.145,77	R\$ 38.668,20	0%	3,99%	7,50%	14,00%	7,58%	7,52%	7,50%	17,99%
Pernambuco	16,00%	84,00%	R\$ 1.109,38	R\$ 3.289,63	R\$ 13.312,54	R\$ 39.475,62	0%	4,21%	9,00%	14,00%	8,20%	7,25%	9,00%	18,21%
Alagoas	10,00%	90,00%	R\$ 1.098,50	R\$ 2.864,97	R\$ 13.181,95	R\$ 34.379,69	0%	2,62%	9,00%	12,00%	8,73%	5,65%	9,00%	14,62%
Sergipe	13,50%	86,50%	R\$ 1.123,00	R\$ 3.259,36	R\$ 13.475,97	R\$ 39.112,31	0%	4,11%	9,00%	14,00%	9,73%	7,96%	9,00%	18,11%
Bahia	12,50%	87,50%	R\$ 1.056,21	R\$ 3.410,03	R\$ 12.674,50	R\$ 40.920,39	0%	4,60%	9,00%	14,00%	12,22%	9,79%	9,00%	18,60%
Minas Gerais	15,90%	84,10%	R\$ 1.447,09	R\$ 3.396,08	R\$ 17.365,11	R\$ 40.752,94	0%	4,55%	9,00%	14,00%	7,71%	6,33%	9,00%	18,55%
Espirito Santo	19,30%	80,70%	R\$ 1.481,93	R\$ 3.803,31	R\$ 17.783,19	R\$ 45.639,70	0%	5,77%	9,00%	14,00%	7,59%	7,00%	9,00%	19,77%

Rio de Janeiro	22,80%	77,20%	R\$ 1.621,17	R\$ 4.831,13	R\$ 19.454,09	R\$ 57.973,57	0%	9,51%	9,00%	14,00%	9,32%	7,38%	9,00%	23,51%
São Paulo	19,50%	80,50%	R\$ 1.771,49	R\$ 5.175,33	R\$ 21.257,84	R\$ 62.103,99	0%	10,70%	9,00%	14,00%	9,01%	6,00%	9,00%	24,70%
Paraná	20,90%	79,10%	R\$ 1.747,38	R\$ 4.009,88	R\$ 20.968,57	R\$ 48.118,59	0%	6,64%	9,00%	14,00%	5,35%	4,76%	9,00%	20,64%
Santa Catarina	21,20%	78,80%	R\$ 1.899,32	R\$ 3.782,59	R\$ 22.791,86	R\$ 45.391,06	0%	5,68%	9,00%	14,00%	3,71%	3,46%	9,00%	19,68%
Rio Grande do Sul	18,70%	81,30%	R\$ 1.719,52	R\$ 4.148,09	R\$ 20.634,19	R\$ 49.777,14	0%	7,16%	9,00%	14,00%	5,71%	4,35%	9,00%	21,16%
Mato Grosso do Sul	22,30%	77,70%	R\$ 1.625,04	R\$ 3.604,31	R\$ 19.500,44	R\$ 43.251,69	0%	5,16%	9,00%	14,00%	5,07%	5,02%	9,00%	19,16%
Mato Grosso	22,50%	77,50%	R\$ 1.776,30	R\$ 3.689,72	R\$ 21.315,58	R\$ 44.276,67	0%	5,38%	9,00%	14,00%	5,66%	6,47%	9,00%	19,38%
Goiás	16,60%	83,40%	R\$ 1.645,31	R\$ 3.480,59	R\$ 19.743,70	R\$ 41.767,08	0%	4,81%	9,00%	14,00%	7,96%	6,11%	9,00%	18,81%
Distrito Federal	32,80%	67,20%	R\$ 1.884,35	R\$ 6.120,86	R\$ 22.612,22	R\$ 73.450,28	0%	13,30%	9,00%	14,00%	9,84%	7,99%	9,00%	27,30%

ANEXO 2: Parâmetros Adotados

Tabela 1: Parâmetros adotados

Região	Beta	Gama (cenário referência)	Gama (cenário transformador)
Norte	0,587133	0,8239786	0,84660097
Nordeste	0,644239	0,7790305	0,81224242
Sudeste	0,41615	0,7828491	0,81280545
Sul	0,427619	0,8209835	0,84195547
Centro-Oeste	0,412407	0,8049439	0,82969475

Tabela 2: PIB per capita adotado

Região	PIB Per Capita
Norte	R\$ 21.313,93
Nordeste	R\$ 17.702,85
Sudeste	R\$ 42.426,57
Sul	R\$ 40.181,12
Centro-Oeste	R\$ 43.200,04

Tabela 3: Alíquotas do INSS

Salário de contribuição		Alíquota INSS
R\$ 0,00	R\$ 1.693,72	8,00%
R\$ 1.693,73	R\$ 2.822,90	9,00%
R\$ 2.822,91	R\$ 5.645,80	11,00%

Tabela 4: Renda média considerada para mão de obra com maior qualificação

Região	Qualificação	Renda do trabalho
Norte	Maior	R\$ 4.056,68
Nordeste		R\$ 4.127,98
Sudeste		R\$ 5.214,13
Sul		R\$ 4.557,59
Centro-Oeste		R\$ 5.098,24

Tabela 5: Renda média considerada para mão de obra com menor qualificação

Região	Qualificação	Renda do trabalho
Norte	Menor	R\$ 1.517,45

Nordeste		R\$ 1.291,97
Sudeste		R\$ 1.710,03
Sul		R\$ 1.840,95
Centro-Oeste		R\$ 1.808,11

Tabela 6: Salário reserva considerado

Região		Renda do trabalho
Norte	Salário reserva	R\$ 859,05
Nordeste		R\$ 660,29
Sudeste		R\$ 1.150,69
Sul		R\$ 1.258,95
Centro-Oeste		R\$ 1.241,37

Tabela 7: Alíquotas do IRPF

Base de cálculo	Alíquota	Parcela a deduzir do IRPF
Até R\$ 1.903,98	Isento	R\$ 0,00
De R\$ 1.903,99 até R\$ 2.826,65	7,50%	R\$ 142,80
De R\$ 2.826,66 até R\$ 3.751,05	15%	R\$ 354,80
De R\$ 3.751,06 até R\$ 4.664,68	22,50%	R\$ 636,13
Acima de R\$ 4.664,68	27,50%	R\$ 869,36

ANEXO 3: Desenvolvimento Algébrico

$$\begin{aligned} q_1 &= \alpha_1 - \beta_1 p_1 + \gamma_1 p_2 \\ q_2 &= \alpha_2 - \beta_2 p_2 + \gamma_2 p_1 \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \pi_1 &= RT_1 - CT_1 = p_1 q_1 - CT_1(q_1) \\ \pi_2 &= RT_2 - CT_2 = p_2 q_2 - CT_2(q_2) \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} CT_1 &= CF_1 + c_1 q_1 - \varphi q_1^2 \\ CT_2 &= CF_2 + c_2 q_2 - \varphi q_2^2 \end{aligned} \quad (3)$$

$$Cmg_1 = \frac{\partial CT_1(q_1)}{\partial q_1} = c_1 - 2\varphi q_1 \quad (4)$$

$$Cmg_2 = \frac{\partial CT_2(q_2)}{\partial q_2} = c_2 - 2\varphi q_2$$

$$\begin{cases} \pi_1' = \frac{\partial \pi_1[p_1, q_1(p_1)]}{\partial p_1} = q_1 + p_1 \frac{\partial q_1}{\partial p_1} + c_1 \frac{\partial q_1}{\partial p_1} + \varphi \frac{\partial q_1^2}{\partial p_1} = 0 \\ \pi_2' = \frac{\partial \pi_2[p_2, q_2(p_2)]}{\partial p_2} = q_2 + p_2 \frac{\partial q_2}{\partial p_2} + c_2 \frac{\partial q_2}{\partial p_2} + \varphi \frac{\partial q_2^2}{\partial p_2} = 0 \end{cases} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \pi_1 &= (\alpha_1 - \beta_1 p_1 + \gamma_1 p_2) + p_1(-\beta_1) + c_1(-\beta_1) + \varphi(-2\beta_1) = 0 \\ \pi_2 &= (\alpha_2 - \beta_2 p_2 + \gamma_2 p_1) + p_2(-\beta_2) - c_2(-\beta_2) + \varphi(-2\beta_2) = 0 \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \alpha_1 - \beta_1 p_1 + \gamma_1 p_2 - p_1 \beta_1 - c_1 \beta_1 - 2\varphi \beta_1 &= 0 \\ \alpha_2 - \beta_2 p_2 + \gamma_2 p_1 - p_2 \beta_2 + c_2 \beta_2 - 2\varphi \beta_2 &= 0 \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \beta_1 p_1 + p_1 \beta_1 &= \alpha_1 + \gamma_1 p_2 - c_1 \beta_1 - 2\varphi \beta_1 \\ \beta_2 p_2 + p_2 \beta_2 &= \alpha_2 + \gamma_2 p_1 + c_2 \beta_2 - 2\varphi \beta_2 \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} 2\beta_1 p_1 &= \alpha_1 + \gamma_1 p_2 - c_1 \beta_1 - 2\varphi \beta_1 \\ 2\beta_2 p_2 &= \alpha_2 + \gamma_2 p_1 + c_2 \beta_2 - 2\varphi \beta_2 \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} p_1 &= \frac{\alpha_1 + \gamma_1 p_2 - \beta_1 c_1 - 2\varphi \beta_1}{2\beta_1} \\ p_2 &= \frac{\alpha_2 + \gamma_2 p_1 - \beta_2 c_2 - 2\varphi \beta_2}{2\beta_2} \end{aligned} \quad (10)$$

$$p_1 = \frac{\alpha_1 + \gamma_1 \left(\frac{\alpha_2 + \gamma_2 p_1 - \beta_2 c_2 - 2\varphi\beta_2}{2\beta_2} \right) - \beta_1 c_1 - 2\varphi\beta_1}{2\beta_1} \quad (11)$$

$$p_2 = \frac{\alpha_2 + \gamma_2 \left(\frac{\alpha_1 + \gamma_1 p_2 - \beta_1 c_1 - 2\varphi\beta_1}{2\beta_1} \right) - \beta_2 c_2 - 2\varphi\beta_2}{2\beta_2}$$

$$p_1 = \frac{\alpha_1 + \left(\frac{\gamma_1 \alpha_2 + \gamma_1 \gamma_2 p_1 - \gamma_1 \beta_2 c_2 - 2\varphi\gamma_1 \beta_2}{2\beta_2} \right) - \beta_1 c_1 - 2\varphi\beta_1}{2\beta_1} \quad (12)$$

$$p_2 = \frac{\alpha_2 + \left(\frac{\gamma_2 \alpha_1 + \gamma_1 \gamma_2 p_2 - \beta_1 \gamma_2 c_1 - 2\varphi\gamma_2 \beta_1}{2\beta_1} \right) - \beta_2 c_2 - 2\varphi\beta_2}{2\beta_2}$$

$$p_1 = \frac{\left(\frac{2\alpha_1 \beta_2 + \alpha_2 \gamma_1 + \gamma_1 \gamma_2 p_1 - \gamma_1 \beta_2 c_2 - 2\varphi\gamma_1 \beta_2 - 2\beta_1 \beta_2 c_1 - 4\varphi\beta_1 \beta_2}{2\beta_2} \right)}{2\beta_1} \quad (13)$$

$$p_2 = \frac{\left(\frac{2\beta_1 \alpha_2 + \gamma_2 \alpha_1 + \gamma_1 \gamma_2 p_2 - \beta_1 \gamma_2 c_1 - 2\varphi\gamma_2 \beta_1 - 2\beta_1 \beta_2 c_2 - 4\varphi\beta_1 \beta_2}{2\beta_1} \right)}{2\beta_2}$$

$$p_1 = \frac{2\alpha_1 \beta_2 + \alpha_2 \gamma_1 + \gamma_1 \gamma_2 p_1 - \gamma_1 \beta_2 c_2 - 2\varphi\gamma_1 \beta_2 - 2\beta_1 \beta_2 c_1 - 4\varphi\beta_1 \beta_2}{4\beta_1 \beta_2} \quad (14)$$

$$p_2 = \frac{2\beta_1 \alpha_2 + \gamma_2 \alpha_1 + \gamma_1 \gamma_2 p_2 - \beta_1 \gamma_2 c_1 - 2\varphi\gamma_2 \beta_1 - 2\beta_1 \beta_2 c_2 - 4\varphi\beta_1 \beta_2}{4\beta_1 \beta_2}$$

$$p_1 - \frac{\gamma_1 \gamma_2 p_1}{4\beta_1 \beta_2} = \frac{2\alpha_1 \beta_2 + \alpha_2 \gamma_1 - \gamma_1 \beta_2 c_2 - 2\varphi\gamma_1 \beta_2 - 2\beta_1 \beta_2 c_1 - 4\varphi\beta_1 \beta_2}{4\beta_1 \beta_2} \quad (15)$$

$$p_2 - \frac{\gamma_1 \gamma_2 p_2}{4\beta_1 \beta_2} = \frac{2\beta_1 \alpha_2 + \gamma_2 \alpha_1 - \beta_1 \gamma_2 c_1 - 2\varphi\gamma_2 \beta_1 - 2\beta_1 \beta_2 c_2 - 4\varphi\beta_1 \beta_2}{4\beta_1 \beta_2}$$

$$\frac{4\beta_1 \beta_2 p_1 - \gamma_1 \gamma_2 p_1}{4\beta_1 \beta_2} = \frac{2\alpha_1 \beta_2 + \alpha_2 \gamma_1 - \gamma_1 \beta_2 c_2 - 2\varphi\gamma_1 \beta_2 - 2\beta_1 \beta_2 c_1 - 4\varphi\beta_1 \beta_2}{4\beta_1 \beta_2} \quad (16)$$

$$\frac{4\beta_1 \beta_2 p_2 - \gamma_1 \gamma_2 p_2}{4\beta_1 \beta_2} = \frac{2\beta_1 \alpha_2 + \gamma_2 \alpha_1 - \beta_1 \gamma_2 c_1 - 2\varphi\gamma_2 \beta_1 - 2\beta_1 \beta_2 c_2 - 4\varphi\beta_1 \beta_2}{4\beta_1 \beta_2}$$

$$p_1 \left(\frac{4\beta_1 \beta_2 - \gamma_1 \gamma_2}{4\beta_1 \beta_2} \right) = \frac{2\alpha_1 \beta_2 + \alpha_2 \gamma_1 - \gamma_1 \beta_2 c_2 - 2\varphi\gamma_1 \beta_2 - 2\beta_1 \beta_2 c_1 - 4\varphi\beta_1 \beta_2}{4\beta_1 \beta_2}$$

$$p_2 \left(\frac{4\beta_1 \beta_2 - \gamma_1 \gamma_2}{4\beta_1 \beta_2} \right) = \frac{2\beta_1 \alpha_2 + \gamma_2 \alpha_1 - \beta_1 \gamma_2 c_1 - 2\varphi\gamma_2 \beta_1 - 2\beta_1 \beta_2 c_2 - 4\varphi\beta_1 \beta_2}{4\beta_1 \beta_2} \quad (17)$$

$$p_1 = \frac{\frac{2\alpha_1\beta_2 + \alpha_2\gamma_1 - \gamma_1\beta_2c_2 - 2\phi\gamma_1\beta_2 - 2\beta_1\beta_2c_1 - 4\phi\beta_1\beta_2}{4\beta_1\beta_2}}{\frac{4\beta_1\beta_2 - \gamma_1\gamma_2}{4\beta_1\beta_2}}$$

$$p_2 = \frac{\frac{2\beta_1\alpha_2 + \gamma_2\alpha_1 - \beta_1\gamma_2c_1 - 2\phi\gamma_2\beta_1 - 2\beta_1\beta_2c_2 - 4\phi\beta_1\beta_2}{4\beta_1\beta_2}}{\frac{4\beta_1\beta_2 - \gamma_1\gamma_2}{4\beta_1\beta_2}} \quad (18)$$

$$p_1 = \frac{2\alpha_1\beta_2 + \alpha_2\gamma_1 - \gamma_1\beta_2c_2 - 2\phi\gamma_1\beta_2 - 2\beta_1\beta_2c_1 - 4\phi\beta_1\beta_2}{4\beta_1\beta_2} \times \frac{4\beta_1\beta_2}{4\beta_1\beta_2 - \gamma_1\gamma_2}$$

$$p_2 = \frac{2\beta_1\alpha_2 + \gamma_2\alpha_1 - \beta_1\gamma_2c_1 - 2\phi\gamma_2\beta_1 - 2\beta_1\beta_2c_2 - 4\phi\beta_1\beta_2}{4\beta_1\beta_2} \times \frac{4\beta_1\beta_2}{4\beta_1\beta_2 - \gamma_1\gamma_2} \quad (19)$$

$$p_1 = \frac{8\alpha_1\beta_1\beta_2^2 + 4\alpha_2\beta_1\beta_2\gamma_1 - 4\beta_1\beta_2^2\gamma_1c_2 - 8\phi\beta_1\beta_2^2\gamma_1 - 8\beta_1^2\beta_2^2c_1 - 16\phi\beta_1^2\beta_2^2}{16\beta_1^2\beta_2^2 - 4\beta_1\beta_2\gamma_1\gamma_2}$$

$$p_2 = \frac{8\alpha_2\beta_1^2\beta_2 + 4\alpha_1\beta_1\beta_2\gamma_2 - 4\beta_1^2\beta_2\gamma_2c_1 - 8\phi\beta_1^2\beta_2\gamma_2 - 8\beta_1^2\beta_2^2c_2 - 16\phi\beta_1^2\beta_2^2}{16\beta_1^2\beta_2^2 - 4\beta_1\beta_2\gamma_1\gamma_2} \quad (20)$$

$$\frac{\partial p_1}{\partial c_1} = \frac{-8\beta_1^2\beta_2^2}{16\beta_1^2\beta_2^2 - 4\beta_1\beta_2\gamma_1\gamma_2}$$

$$\frac{\partial p_2}{\partial c_2} = \frac{-8\beta_1^2\beta_2^2}{16\beta_1^2\beta_2^2 - 4\beta_1\beta_2\gamma_1\gamma_2} \quad (21)$$

$$\frac{\partial p_1}{\partial \phi} = \frac{-8\beta_1\beta_2^2\gamma_1 - 16\beta_1^2\beta_2^2}{16\beta_1^2\beta_2^2 - 4\beta_1\beta_2\gamma_1\gamma_2}$$

$$\frac{\partial p_2}{\partial \phi} = \frac{-8\beta_1^2\beta_2\gamma_2 - 16\beta_1^2\beta_2^2}{16\beta_1^2\beta_2^2 - 4\beta_1\beta_2\gamma_1\gamma_2} \quad (22)$$

ANEXO 4: Estimación coeficientes de demanda

* Tela Software Stata

```
. ivreg29 qj pj_rgtasl p_j_rgtasl gdp_rgtasl pj_vptb p_j_vptb gdp_vptb m_*
jyper_* dfire jpaer_* jvptb_* jtatb_* jrgrsl_* quars_*, bw(4) rob small
Warning: time variable t has 2 gap(s) in relevant range
Warning - collinearities detected
Vars dropped:      m_12 jyper_5 jyper_9 jyper_12 jyper_14 jyper_19 jpaer_1
                  jpaer_2 jpaer_3 jpaer_4 jpaer_6 jpaer_8 jpaer_10 jvptb_2
                  jvptb_5 jvptb_8 jvptb_10 jtatb_2 jtatb_4 jtatb_6 jtatb_8
                  jtatb_10 jrgrsl_1 jrgrsl_3 jrgrsl_5 jrgrsl_6 jrgrsl_7 jrgrsl_8
                  jrgrsl_9 jrgrsl_10 quars_1 quars_6 quars_18 quars_19
```

OLS estimation

```
-----
Estimates efficient for homoskedasticity only
Statistics robust to heteroskedasticity and autocorrelation
kernel=Bartlett; bandwidth= 4
time variable (t): t
```

```
Number of obs = 572
F( 65, 506) = 621.81
Prob > F = 0.0000
Centered R2 = 0.9415
Uncentered R2 = 0.9824
Root MSE = 134.9

Total (centered) SS = 157347835.5
Total (uncentered) SS = 524116391.5
Residual SS = 9206626.244
```

qj	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
pj_rgtasl	-4.265898	1.088112	-3.92	0.000	-6.403672	-2.128123
p_j_rgtasl	3.368506	1.040448	3.24	0.001	1.324375	5.412636
gdp_rgtasl	9.387532	4.664234	2.01	0.045	.2238829	18.55118
pj_vptb	-8.948407	.7538172	-11.87	0.000	-10.4294	-7.46741
p_j_vptb	4.905531	1.104757	4.44	0.000	2.735056	7.076007
gdp_vptb	.3553401	4.475885	0.08	0.937	-8.438267	9.148947
m_1	-179.0919	134.4196	-1.33	0.183	-443.1811	84.99736
m_2	-128.9065	146.8805	-0.88	0.381	-417.4773	159.6642
m_3	631.6097	180.8495	3.49	0.001	276.3012	986.9182
m_4	764.9635	233.3255	3.28	0.001	306.5574	1223.369
m_5	734.2681	243.4978	3.02	0.003	255.8768	1212.659
m_6	701.8481	247.5552	2.84	0.005	215.4854	1188.211
m_7	-698.9201	334.7056	-2.09	0.037	-1356.504	-41.33634
m_8	112.7219	37.27476	3.02	0.003	39.48951	185.9542
m_9	75.80976	38.709	1.96	0.051	-.2404041	151.8599
m_10	65.20979	28.99053	2.25	0.025	8.253148	122.1664
m_11	59.82066	20.91992	2.86	0.004	18.72006	100.9213
jyper_1	-768.8737	366.1598	-2.10	0.036	-1488.254	-49.49292
jyper_2	-1435.531	299.1125	-4.80	0.000	-2023.186	-847.8755
jyper_3	-162.3226	132.8103	-1.22	0.222	-423.2501	98.60494
jyper_4	-930.4402	386.0815	-2.41	0.016	-1688.96	-171.92
jyper_6	-632.6429	147.5808	-4.29	0.000	-922.5895	-342.6963
jyper_7	689.3584	332.5899	2.07	0.039	35.93127	1342.786
jyper_8	-157.4529	49.35217	-3.19	0.002	-254.4133	-60.49249
jyper_10	-762.815	133.3229	-5.72	0.000	-1024.75	-500.8804
jyper_11	610.3537	336.0947	1.82	0.070	-49.9593	1270.667
jyper_13	735.5121	131.8932	5.58	0.000	476.3863	994.6379
jyper_15	1249.585	292.9941	4.26	0.000	673.9503	1825.22
jyper_16	577.0024	138.7572	4.16	0.000	304.3913	849.6135
jyper_17	-706.4731	318.0393	-2.22	0.027	-1331.313	-81.6331
jyper_18	-1308.675	285.6954	-4.58	0.000	-1869.97	-747.3796
jyper_20	-742.6846	337.6314	-2.20	0.028	-1406.017	-79.3526
dfire	4.67697	35.99939	0.13	0.897	-66.04971	75.40365
jpaer_5	-295.4865	141.5331	-2.09	0.037	-573.5514	-17.42166

jpaer_7		-714.7024	136.6689	-5.23	0.000	-983.2108	-446.194
jpaer_9		611.6892	135.8457	4.50	0.000	344.7982	878.5802
jpvtb_1		-477.1819	138.8865	-3.44	0.001	-750.047	-204.3167
jpvtb_3		-670.3691	353.8254	-1.89	0.059	-1365.517	24.77874
jpvtb_4		-893.2406	365.0096	-2.45	0.015	-1610.362	-176.1196
jpvtb_6		-296.4571	100.309	-2.96	0.003	-493.5305	-99.38361
jpvtb_7		-109.6127	93.03721	-1.18	0.239	-292.3995	73.17407
jpvtb_9		626.6259	120.5815	5.20	0.000	389.7237	863.528
jtatb_1		71.81486	57.48794	1.25	0.212	-41.12959	184.7593
jtatb_3		-341.3829	72.82914	-4.69	0.000	-484.4677	-198.2982
jtatb_5		444.6986	69.26646	6.42	0.000	308.6133	580.7839
jtatb_7		94.12154	58.83097	1.60	0.110	-21.46151	209.7046
jtatb_9		-197.2271	50.19851	-3.93	0.000	-295.8503	-98.60394
jrgsl_2		125.1734	163.134	0.77	0.443	-195.3299	445.6768
jrgsl_4		605.013	162.4506	3.72	0.000	285.8523	924.1738
quars_2		-54.09677	103.3208	-0.52	0.601	-257.0873	148.8937
quars_3		6.704109	97.25293	0.07	0.945	-184.3652	197.7734
quars_4		20.80314	106.9135	0.19	0.846	-189.2459	230.8522
quars_5		115.8187	185.0194	0.63	0.532	-247.6822	479.3196
quars_7		61.7146	128.704	0.48	0.632	-191.1455	314.5747
quars_8		91.95146	128.3041	0.72	0.474	-160.123	344.0259
quars_9		77.15227	171.3726	0.45	0.653	-259.5373	413.8418
quars_10		27.71979	78.19256	0.35	0.723	-125.9023	181.3418
quars_11		116.2101	132.2274	0.88	0.380	-143.5722	375.9924
quars_12		-131.985	184.0316	-0.72	0.474	-493.5452	229.5752
quars_13		46.33915	137.2295	0.34	0.736	-223.2707	315.949
quars_14		-24.09509	107.2719	-0.22	0.822	-234.8483	186.6582
quars_15		-15.68926	103.6128	-0.15	0.880	-219.2535	187.8749
quars_16		23.03602	36.24308	0.64	0.525	-48.16942	94.24147
quars_17		-162.2454	141.0343	-1.15	0.251	-439.3303	114.8395
quars_20		52.83282	111.7052	0.47	0.636	-166.6303	272.2959
_cons		765.8882	451.0133	1.70	0.090	-120.2011	1651.978

Included instruments: pj_rgtasl p_j_rgtasl gdp_rgtasl pj_vptb p_j_vptb gdp_vptb
m_1 m_2 m_3 m_4 m_5 m_6 m_7 m_8 m_9 m_10 m_11 jyper_1
jyper_2 jyper_3 jyper_4 jyper_6 jyper_7 jyper_8 jyper_10
jyper_11 jyper_13 jyper_15 jyper_16 jyper_17 jyper_18
jyper_20 dfire jpaer_5 jpaer_7 jpaer_9 jpvtb_1 jpvtb_3
jpvtb_4 jpvtb_6 jpvtb_7 jpvtb_9 jtatb_1 jtatb_3 jtatb_5
jtatb_7 jtatb_9 jrgsl_2 jrgsl_4 quars_2 quars_3 quars_4
quars_5 quars_7 quars_8 quars_9 quars_10 quars_11 quars_12
quars_13 quars_14 quars_15 quars_16 quars_17 quars_20

Dropped collinear:
m_12 jyper_5 jyper_9 jyper_12 jyper_14 jyper_19 jpaer_1
jpaer_2 jpaer_3 jpaer_4 jpaer_6 jpaer_8 jpaer_10 jpvtb_2
jpvtb_5 jpvtb_8 jpvtb_10 jtatb_2 jtatb_4 jtatb_6 jtatb_8
jtatb_10 jrgsl_1 jrgsl_3 jrgsl_5 jrgsl_6 jrgsl_7 jrgsl_8
jrgsl_9 jrgsl_10 quars_1 quars_6 quars_18 quars_19

ANEXO 5: Estimação coeficientes de custos

* Tela Software Stata

```
. ivreg29 tcj qj_rgtasl qj_vptb qj2 m_* dfire quars_*, bw(4) rob small
Warning: time variable t has 2 gap(s) in relevant range
Warning - collinearities detected
Vars dropped:      m_12 quars_11 quars_13 quars_16 quars_17
```

OLS estimation

```
-----
Estimates efficient for homoskedasticity only
Statistics robust to heteroskedasticity and autocorrelation
kernel=Bartlett; bandwidth=      4
time variable (t):  t
```

```
Number of obs =      572
F( 31, 540) =      30.18
Prob > F      =      0.0000
Centered R2   =      0.8128
Uncentered R2 =      0.9374
Root MSE     =      21221

Total (centered) SS      = 1.29933e+12
Total (uncentered) SS   = 3.88753e+12
Residual SS             = 2.43184e+11
```

	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
tcj						
qj_rgtasl	113.6686	12.59764	9.02	0.000	88.92221	138.415
qj_vptb	108.7129	10.78457	10.08	0.000	87.52802	129.8977
qj2	-.0215524	.0059023	-3.65	0.000	-.0331466	-.0099581
m_1	-37856.44	8469.842	-4.47	0.000	-54494.31	-21218.56
m_2	-34968.02	8901.781	-3.93	0.000	-52454.39	-17481.66
m_3	-39739.7	9015.326	-4.41	0.000	-57449.11	-22030.29
m_4	-42766.11	8945.977	-4.78	0.000	-60339.29	-25192.93
m_5	-43373.72	8980.359	-4.83	0.000	-61014.43	-25733
m_6	-40685.73	8876.732	-4.58	0.000	-58122.89	-23248.58
m_7	3125.12	9698.655	0.32	0.747	-15926.6	22176.84
m_8	4511.916	9721.969	0.46	0.643	-14585.6	23609.43
m_9	9069.728	9206.523	0.99	0.325	-9015.259	27154.72
m_10	1100.185	3511.456	0.31	0.754	-5797.604	7997.973
m_11	2096.459	3774.347	0.56	0.579	-5317.744	9510.661
dfire	7120.468	3575.093	1.99	0.047	97.67336	14143.26
quars_1	3995.19	4442.534	0.90	0.369	-4731.577	12721.96
quars_2	21000.41	6905.126	3.04	0.002	7436.213	34564.61
quars_3	-21728.38	10879.06	-2.00	0.046	-43098.83	-357.919
quars_4	-17116	9485.861	-1.80	0.072	-35749.71	1517.715
quars_5	14363.73	5683.509	2.53	0.012	3199.23	25528.22
quars_6	18442.25	6286.699	2.93	0.003	6092.865	30791.63
quars_7	-25529.48	11328.5	-2.25	0.025	-47782.81	-3276.156
quars_8	-6637.085	13278.06	-0.50	0.617	-32720.07	19445.9
quars_9	24701.54	6229.796	3.97	0.000	12463.94	36939.15
quars_10	41747.14	8099.359	5.15	0.000	25837.03	57657.25
quars_12	5046.445	4812.822	1.05	0.295	-4407.703	14500.59
quars_14	-43571.65	9969.669	-4.37	0.000	-63155.73	-23987.56
quars_15	-38476.49	8893.083	-4.33	0.000	-55945.77	-21007.22
quars_18	-49252.28	9918.4	-4.97	0.000	-68735.65	-29768.9
quars_19	-43507.71	8520.636	-5.11	0.000	-60245.36	-26770.05
quars_20	17112.63	8743.237	1.96	0.051	-62.29877	34287.55
_cons	20237.77	9382.943	2.16	0.031	1806.225	38669.31

```
Included instruments: qj_rgtasl qj_vptb qj2 m_1 m_2 m_3 m_4 m_5 m_6 m_7 m_8 m_9
m_10 m_11 dfire quars_1 quars_2 quars_3 quars_4 quars_5
quars_6 quars_7 quars_8 quars_9 quars_10 quars_12 quars_14
quars_15 quars_18 quars_19 quars_20
```

```
Dropped collinear: m_12 quars_11 quars_13 quars_16 quars_17
```

ANEXO 6: Fluxo de Caixa Social Sem e Com Correção do Preço Sombra da Mão de Obra

Fluxo de Caixa Sem Ajuste de Preço Sombra	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Investimento	-R\$ 621.342.458,89	R\$ 0,00								
Custos de manutenção e operação	R\$ 0,00	-R\$ 4.888.658,98	-R\$ 13.358.201,72	-R\$ 20.423.157,04	-R\$ 31.094.434,76	-R\$ 46.681.204,30				
Valor residual dos investimentos	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00				
	-R\$ 621.342.458,89	-R\$ 4.888.658,98	-R\$ 13.358.201,72	-R\$ 20.423.157,04	-R\$ 31.094.434,76	-R\$ 46.681.204,30				
Benefícios do valor do tempo	R\$ 0,00	-R\$ 43.904.095,23	-R\$ 47.334.281,03	-R\$ 50.764.466,84	-R\$ 54.194.652,64	-R\$ 55.725.873,91				
Benefícios do custo operacional dos veículos	R\$ 0,00	R\$ 409.006.649,38	R\$ 428.248.886,93	R\$ 429.922.625,00	R\$ 431.596.363,78	R\$ 467.175.322,52				
Benefício de redução de acidentes	R\$ 0,00	R\$ 152.799.475,00	R\$ 154.649.405,00	R\$ 156.520.238,00	R\$ 158.412.222,00	R\$ 160.325.608,00				
Benefício da menor emissão de CO2	R\$ 0,00	R\$ 48.866.375,69	R\$ 51.165.356,52	R\$ 51.365.327,63	R\$ 51.565.298,84	R\$ 55.816.121,74				
						R\$ 566.768.404,84	R\$ 586.729.367,41	R\$ 587.043.723,80	R\$ 587.379.231,98	R\$ 627.591.178,35
R\$ 1.010.003.388,23	-R\$ 621.342.458,89	R\$ 561.879.745,86	R\$ 573.371.165,69	R\$ 566.620.566,75	R\$ 556.284.797,21	R\$ 580.909.974,05				

Ano 11	Ano 12	Ano 13	Ano 14	Ano 15	Ano 16	Ano 17	Ano 18	Ano 19	Ano 20
R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00				
-R\$ 58.997.079,66	-R\$ 72.068.117,74	-R\$ 82.685.467,15	-R\$ 93.383.292,72	-R\$ 112.312.680,39	-R\$ 111.152.300,63	-R\$ 99.682.720,01	-R\$ 97.812.745,55	-R\$ 85.103.383,20	-R\$ 81.484.861,64
R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00				
-R\$ 58.997.079,66	-R\$ 72.068.117,74	-R\$ 82.685.467,15	-R\$ 93.383.292,72	-R\$ 112.312.680,39	-R\$ 111.152.300,63	-R\$ 99.682.720,01	-R\$ 97.812.745,55	-R\$ 85.103.383,20	-R\$ 81.484.861,64
-R\$ 56.995.680,90	-R\$ 58.265.487,89	-R\$ 59.535.294,87	-R\$ 60.805.101,86	-R\$ 62.074.908,85	-R\$ 62.918.185,57	-R\$ 63.761.462,29	-R\$ 64.604.739,01	-R\$ 65.448.015,72	-R\$ 66.291.292,44
R\$ 462.348.612,24	R\$ 414.639.797,66	R\$ 406.861.460,56	R\$ 353.995.655,62	R\$ 338.944.070,05	R\$ 342.155.615,52	R\$ 348.519.270,76	R\$ 353.323.580,99	R\$ 355.566.812,61	R\$ 328.470.581,33
R\$ 162.238.064,00	R\$ 164.172.434,00	R\$ 166.128.981,00	R\$ 168.107.969,00	R\$ 170.109.663,00	R\$ 172.216.499,00	R\$ 174.346.587,00	R\$ 176.500.202,00	R\$ 178.677.626,00	R\$ 180.879.140,00
R\$ 55.239.446,89	R\$ 49.539.400,32	R\$ 48.610.077,64	R\$ 42.293.895,76	R\$ 40.495.596,23	R\$ 40.879.298,05	R\$ 41.639.600,55	R\$ 42.213.599,14	R\$ 42.481.610,92	R\$ 39.244.268,28
R\$ 622.830.442,23	R\$ 570.086.144,10	R\$ 562.065.224,32	R\$ 503.592.418,52	R\$ 487.474.420,44	R\$ 492.333.227,00	R\$ 500.743.996,02	R\$ 507.432.643,12	R\$ 511.278.033,81	R\$ 482.302.697,16
R\$ 563.833.362,57	R\$ 498.018.026,35	R\$ 479.379.757,17	R\$ 410.209.125,80	R\$ 375.161.740,04	R\$ 381.180.926,36	R\$ 401.061.276,01	R\$ 409.619.897,57	R\$ 426.174.650,61	R\$ 400.817.835,53

Ano 21	Ano 22	Ano 23	Ano 24	Ano 25	Ano 26	Ano 27	Ano 28	Ano 29	Ano 30
R\$ 0,00									
-R\$ 82.256.942,85	-R\$ 83.786.816,47	-R\$ 84.941.811,08	-R\$ 85.481.101,90	-R\$ 78.966.951,17	-R\$ 78.488.724,86	-R\$ 78.945.021,60	-R\$ 79.872.595,47	-R\$ 80.800.169,35	-R\$ 81.727.743,20
R\$ 0,00	R\$ 1.842.600.000,00								
-R\$ 82.256.942,85	-R\$ 83.786.816,47	-R\$ 84.941.811,08	-R\$ 85.481.101,90	-R\$ 78.966.951,17	-R\$ 78.488.724,86	-R\$ 78.945.021,60	-R\$ 79.872.595,47	-R\$ 80.800.169,35	R\$ 1.760.872.256,80
-R\$ 70.785.626,33	-R\$ 75.279.960,22	-R\$ 79.774.294,10	-R\$ 84.268.627,99	-R\$ 88.762.961,88	-R\$ 87.292.125,81	-R\$ 85.821.289,73	-R\$ 84.350.453,66	-R\$ 82.879.617,58	-R\$ 81.408.781,51
R\$ 326.481.353,37	R\$ 328.379.363,16	R\$ 332.237.695,18	R\$ 336.096.027,18	R\$ 339.954.359,07	R\$ 349.588.857,85	R\$ 355.625.711,76	R\$ 359.390.374,65	R\$ 355.246.909,79	R\$ 291.591.995,45
R\$ 183.066.893,00	R\$ 185.279.313,00	R\$ 187.516.695,00	R\$ 189.779.337,00	R\$ 192.067.538,00	R\$ 194.414.846,00	R\$ 196.788.326,00	R\$ 199.188.289,00	R\$ 201.615.357,00	R\$ 204.069.543,00
R\$ 39.006.603,77	R\$ 39.233.369,92	R\$ 39.694.347,04	R\$ 40.155.324,16	R\$ 40.616.301,27	R\$ 41.767.390,28	R\$ 42.488.647,94	R\$ 42.938.433,88	R\$ 42.443.390,29	R\$ 34.838.171,44
R\$ 477.769.223,81	R\$ 477.612.085,86	R\$ 479.674.443,11	R\$ 481.762.060,35	R\$ 483.875.236,47	R\$ 498.478.968,32	R\$ 509.081.395,98	R\$ 517.166.643,87	R\$ 516.426.039,51	R\$ 449.090.928,39
R\$ 395.512.280,95	R\$ 393.825.269,39	R\$ 394.732.632,03	R\$ 396.280.958,45	R\$ 404.908.285,29	R\$ 419.990.243,46	R\$ 430.136.374,38	R\$ 437.294.048,40	R\$ 435.625.870,16	R\$ 2.209.963.185,19

Fluxo de Caixa Com Ajuste de Preço Sombra	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Investimento	-R\$ 513.816.039,67	R\$ 0,00								
Custos de manutenção e operação	R\$ 0,00	-R\$ 4.042.652,10	-R\$ 11.046.498,12	-R\$ 16.888.827,60	-R\$ 25.713.387,36	-R\$ 38.602.788,49				
Valor residual dos investimentos	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00				
	-R\$ 513.816.039,67	-R\$ 4.042.652,10	-R\$ 11.046.498,12	-R\$ 16.888.827,60	-R\$ 25.713.387,36	-R\$ 38.602.788,49				
Benefícios do valor do tempo	R\$ 0,00	-R\$ 43.904.095,23	-R\$ 47.334.281,03	-R\$ 50.764.466,84	-R\$ 54.194.652,64	-R\$ 55.725.873,91				
Benefícios do custo operacional dos veículos	R\$ 0,00	R\$ 389.266.604,51	R\$ 389.352.575,10	R\$ 390.874.293,54	R\$ 392.396.012,63	R\$ 424.743.462,04				
Benefício de redução de acidentes	R\$ 0,00	R\$ 152.799.475,00	R\$ 154.649.405,00	R\$ 156.520.238,00	R\$ 158.412.222,00	R\$ 160.325.608,00				
Benefício da menor emissão de CO2	R\$ 0,00	R\$ 48.866.375,69	R\$ 51.165.356,52	R\$ 51.365.327,63	R\$ 51.565.298,84	R\$ 55.816.121,74				
						R\$ 547.028.359,96	R\$ 547.833.055,58	R\$ 547.995.392,34	R\$ 548.178.880,82	R\$ 585.159.317,87
R\$ 1.274.658.395,16	-R\$ 513.816.039,67	R\$ 542.985.707,86	R\$ 536.786.557,46	R\$ 531.106.564,74	R\$ 522.465.493,47	R\$ 546.556.529,38				

Ano 11	Ano 12	Ano 13	Ano 14	Ano 15	Ano 16	Ano 17	Ano 18	Ano 19	Ano 20
R\$ 0,00									
-R\$ 48.787.340,04	-R\$ 59.596.369,63	-R\$ 68.376.333,63	-R\$ 77.222.847,00	-R\$ 92.876.409,49	-R\$ 91.916.839,25	-R\$ 82.432.126,90	-R\$ 80.885.760,87	-R\$ 70.375.817,22	-R\$ 67.383.498,91
R\$ 0,00									
-R\$ 48.787.340,04	-R\$ 59.596.369,63	-R\$ 68.376.333,63	-R\$ 77.222.847,00	-R\$ 92.876.409,49	-R\$ 91.916.839,25	-R\$ 82.432.126,90	-R\$ 80.885.760,87	-R\$ 70.375.817,22	-R\$ 67.383.498,91
-R\$ 56.995.680,90	-R\$ 58.265.487,89	-R\$ 59.535.294,87	-R\$ 60.805.101,86	-R\$ 62.074.908,85	-R\$ 62.918.185,57	-R\$ 63.761.462,29	-R\$ 64.604.739,01	-R\$ 65.448.015,72	-R\$ 66.291.292,44
R\$ 420.355.144,55	R\$ 376.979.550,65	R\$ 369.907.692,03	R\$ 321.843.498,72	R\$ 308.158.994,73	R\$ 311.078.847,03	R\$ 316.864.514,27	R\$ 321.232.466,22	R\$ 323.271.953,15	R\$ 298.636.775,46
R\$ 162.238.064,00	R\$ 164.172.434,00	R\$ 166.128.981,00	R\$ 168.107.969,00	R\$ 170.109.663,00	R\$ 172.216.499,00	R\$ 174.346.587,00	R\$ 176.500.202,00	R\$ 178.677.626,00	R\$ 180.879.140,00
R\$ 55.239.446,89	R\$ 49.539.400,32	R\$ 48.610.077,64	R\$ 42.293.895,76	R\$ 40.495.596,23	R\$ 40.879.298,05	R\$ 41.639.600,55	R\$ 42.213.599,14	R\$ 42.481.610,92	R\$ 39.244.268,28
R\$ 580.836.974,54	R\$ 532.425.897,08	R\$ 525.111.455,80	R\$ 471.440.261,62	R\$ 456.689.345,11	R\$ 461.256.458,51	R\$ 469.089.239,53	R\$ 475.341.528,35	R\$ 478.983.174,35	R\$ 452.468.891,29
R\$ 532.049.634,50	R\$ 472.829.527,46	R\$ 456.735.122,16	R\$ 394.217.414,62	R\$ 363.812.935,63	R\$ 369.339.619,26	R\$ 386.657.112,64	R\$ 394.455.767,48	R\$ 408.607.357,13	R\$ 385.085.392,39

Ano 21	Ano 22	Ano 23	Ano 24	Ano 25	Ano 26	Ano 27	Ano 28	Ano 29	Ano 30
R\$ 0,00									
-R\$ 68.021.967,61	-R\$ 69.287.088,95	-R\$ 70.242.205,96	-R\$ 70.688.169,81	-R\$ 65.301.325,44	-R\$ 64.905.858,58	-R\$ 65.283.190,88	-R\$ 66.050.243,46	-R\$ 66.817.296,04	-R\$ 67.584.348,60
R\$ 0,00	R\$ 1.842.600.000,00								
-R\$ 68.021.967,61	-R\$ 69.287.088,95	-R\$ 70.242.205,96	-R\$ 70.688.169,81	-R\$ 65.301.325,44	-R\$ 64.905.858,58	-R\$ 65.283.190,88	-R\$ 66.050.243,46	-R\$ 66.817.296,04	R\$ 1.775.015.651,40
-R\$ 70.785.626,33	-R\$ 75.279.960,22	-R\$ 79.774.294,10	-R\$ 84.268.627,99	-R\$ 88.762.961,88	-R\$ 87.292.125,81	-R\$ 85.821.289,73	-R\$ 84.350.453,66	-R\$ 82.879.617,58	-R\$ 81.408.781,51
R\$ 296.828.221,95	R\$ 298.553.842,31	R\$ 302.061.735,85	R\$ 305.569.629,39	R\$ 309.077.522,82	R\$ 317.836.954,60	R\$ 323.325.502,70	R\$ 326.748.234,75	R\$ 322.981.105,96	R\$ 265.107.739,39
R\$ 183.066.893,00	R\$ 185.279.313,00	R\$ 187.516.695,00	R\$ 189.779.337,00	R\$ 192.067.538,00	R\$ 194.414.846,00	R\$ 196.788.326,00	R\$ 199.188.289,00	R\$ 201.615.357,00	R\$ 204.069.543,00
R\$ 39.006.603,77	R\$ 39.233.369,92	R\$ 39.694.347,04	R\$ 40.155.324,16	R\$ 40.616.301,27	R\$ 41.767.390,28	R\$ 42.488.647,94	R\$ 42.938.433,88	R\$ 42.443.390,29	R\$ 34.838.171,44
R\$ 448.116.092,38	R\$ 447.786.565,01	R\$ 449.498.483,79	R\$ 451.235.662,56	R\$ 452.998.400,21	R\$ 466.727.065,07	R\$ 476.781.186,92	R\$ 484.524.503,97	R\$ 484.160.235,67	R\$ 422.606.672,33
R\$ 380.094.124,77	R\$ 378.499.476,06	R\$ 379.256.277,83	R\$ 380.547.492,75	R\$ 387.697.074,78	R\$ 401.821.206,49	R\$ 411.497.996,03	R\$ 418.474.260,50	R\$ 417.342.939,63	R\$ 2.197.622.323,73