

Autor: Carlos Eduardo Veras Neves

Título da Tese: Ensaaios em Economia da Infraestrutura

Nome do Curso: Programa de Pós-Graduação em Economia – área de concentração: Economia Aplicada

Data da defesa: 13/09/2021

Orientadora: Geovana Lorena Bertussi

## Resumo

A presente tese é composta por um conjunto de três ensaios sobre Economia da Infraestrutura. No primeiro, investigamos o impacto dos empréstimos subsidiados do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) sobre o investimento agregado do Brasil entre novembro de 2002 e dezembro de 2019. Para tal análise, construímos Modelos Autorregressivos de Defasagem Distribuída (ARDL) e Modelos de Vetores Autorregressivos Bayesianos Hierárquicos (BVAR), considerando os desembolsos do BNDES tanto em nível agregado, como em nível desagregado por setor econômico. Tomamos como referência o trabalho de BARBOZA; VASCONCELOS (2019) para a escolha das variáveis e construção do modelo. Os resultados dos modelos ARDL e BVAR sugerem que a política de desembolsos do BNDES não contribuiu de modo relevante e estatisticamente significativo para o aumento do investimento agregado do país. Estas observações estão em consonância à literatura cotejada, e vão ao encontro de evidências empíricas em tanto nível microeconômico, como macroeconômico. Ademais, há evidências que apontam no sentido de que a política de empréstimos subsidiados do BNDES também pode ter, em conjunto com outros fatores, colaborado para a degradação dos fundamentos econômicos necessários para o melhor aproveitamento de choques internacionais positivos, como o "superciclo" das commodities encerrado em 2015. O trabalho, portanto, é uma colaboração original para o melhor entendimento dos efeitos dos empréstimos realizados pelo BNDES, visto que abrange o período compreendido entre 2002 e 2019, ademais de aplicar as técnicas ARDL e BVAR para modelagem do fenômeno estudado. O BNDES foi o principal financiador de grandes projetos de infraestrutura realizados no período entre 2002 e 2019, constituindo-se em pressuposto para a consecução de vários projetos de concessão. Então investigamos no segundo ensaio formas de avaliar quantitativamente o desempenho das concessionárias de exploração da infraestrutura rodoviária em âmbito federal. Para tanto, propomos um modelo de avaliação de desempenho baseado em técnicas de benchmarking, que toma como referência experiências nacionais e internacionais de regulação dos mercados de transportes e energia. A base de dados é constituída por vinte e um contratos de concessão de rodovias federais, abrangendo três etapas do programa federal, no período entre 2012 e 2016. Aplicamos diversos modelos do tipo DEA (Data Envelopment Analysis), SFA (Stochastic Frontier Analysis), e o modelo denominado StoNED (Stochastic Semi-Nonparametric Envelopment of Data), recentemente desenvolvido por KUOSMANEN; JOHNSON; SAASTAMOINEN(2015), o qual vem sendo aplicado desde 2012 pela Energiamarkkinavirasto(EMV), Autoridade Regulatória do Mercado de Energia da Finlândia. De um modo geral, é possível perceber que há robustez nos resultados obtidos nas análises de benchmarking pois, na média, os resultados tendem a um patamar semelhante, e a correlação entre as diversas estimativas é alta e estatisticamente significativa. Em média, a eficiência calculada para os contratos das três etapas por meio dos métodos do tipo DEA foi de 92%, do tipo SFA 82% e do tipo StoNED 92,5%, o que é consistente com a literatura consultada. Entre as diversas etapas, em que pese não ter sido encontrada diferença estatisticamente significativa, temos que as concessões da 3ª Etapa são aquelas que apresentam o pior desempenho relativo de acordo com os modelos SFA. Destarte, o modelo proposto, juntamente com a aplicação dos diversos métodos para a obtenção dos escores de eficiência constituem um framework adequado para a implementação de uma regulação voltada à análise de eficiência das concessões de infraestrutura rodoviária em nível federal. Em

complemento ao segundo artigo, propomos uma metodologia apoiada em técnicas de benchmarking para o cálculo do chamado Fator-X, que é componente essencial da regulação por preço-teto, (em tese) adotada pelos contratos de concessão para exploração da infraestrutura rodoviária federal. Em 2012 o Fator-X foi introduzido na equação tarifária dos contratos de concessão de rodovias, com o intuito de promover ganhos de produtividade e compartilhá-los com os usuários das rodovias concedidas. Porém, a sua não definição tempestiva por parte da autoridade regulatória, pode ter contribuído para a exclusão do Fator-X de contratos mais recentes, como o da Rodovia de Integração do Sul (RIS), assinado em 2019. Realizamos uma revisão da literatura, a qual ressalta a importância de implementar uma regulação orientada a incentivos, e fazemos a revisão das experiências internacionais sobre o assunto. Demonstramos que os resultados que vem sendo apresentados pelas concessionárias de rodovias são bastante criticados pelo Tribunal de Contas da União (TCU), o qual aponta que, entre outros fatores, a existência de uma estrutura de incentivos inadequada nos contratos, acompanhada de uma regulação que não estimula a busca contínua de melhores resultados, é responsável pelos altos índices de inexecuções e renegociações encontrados nesses contratos. A partir dos resultados das análises do tipo DEA (*Data Envelopment Analysis*), SFA (*Stochastic Frontier Analysis*) e StoNED (*Stochastic Semi-Nonparametric Envelopment of Data*), propomos uma metodologia para o cálculo do Fator-X e a sua incorporação na equação tarifária. Os resultados obtidos mostram que o Fator-X calculado, considerando um ciclo de aplicação de cinco anos, e uma regra de decaimento exponencial para as parcelas a serem aplicadas anualmente, equivale, na média, a um desconto de 3,5% nas tarifas das vinte e uma concessionárias no primeiro ano do ciclo de regulatório. Portanto, a nossa proposta avança em relação a outras presentes na literatura, e tem o potencial de ser uma ação regulatória capaz de estimular a eficiência das concessionárias de rodovias. Os valores obtidos de Fator X são de magnitude relevante, e a metodologia é flexível o bastante para permitir sua melhor calibragem de acordo com a realidade do mercado regulado. Finalmente, a pesquisa traz à luz outras evidências que podem contribuir para o debate acerca do nosso ambiente institucional: a ausência de condições para o estímulo da concorrência e inovação, induz o *rent-seeking* e o comportamento oportunista por parte dos diversos agentes econômicos. É premente desenvolver o arcabouço institucional de financiamento e regulação de grandes projetos, em especial de infraestrutura, de modo que seja gerado, de fato, crescimento econômico sustentado e bem-estar para a sociedade.

**Palavras-chave:** Economia da Infraestrutura; Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES); Modelos Autorregressivos de Defasagem Distribuída (ARDL); Modelos Vetor Bayesianos Autorregressivos Hierárquicos (BVAR); Análise de Envoltória de Dados (DEA); Análise de Fronteira Estocástica (SFA); Análise de Envoltória Estocástica Semi-Não-Paramétrica (StoNED); Fator-X.

## Abstract

This thesis is composed by a set of three essays on Infrastructure Economics. In the first, we investigate the impact of subsidized loans from the Brazilian Development Bank (BNDES) on aggregate investment in Brazil between November 2002 and December 2019. For such analysis, we built Autoregressive Lag Models Distributed (ARDL) and Bayesian Hierarchical Vector Autoregressive Models (BVAR), considering BNDES disbursements both at an aggregate level, and at a disaggregated level by economic sector. We take as reference the work of BARBOZA; VASCONCELOS(2019) for choosing model variables and its construction. The ARDL's and BVAR's models results suggest that the BNDES' disbursement policy did not contribute in a relevant and statistically significant way to the increase of country's aggregate investment. These observations are in accordance with the collated literature, and they meet empirical evidences at both microeconomic and macroeconomic levels. Furthermore, there are evidences that points towards that the BNDES' subsidized loan policy may also have, among other factors, contributed to the degradation of country's economic fundamentals that are necessary to make good use of international positive shocks, such as the commodities' supercycle that ended in 2015. Therefore, this first article is an original contribution to the literature about the effects of loans carried out by BNDES, as it covers the period between 2002 and 2019, in addition of making use of ARDL and BVAR techniques for modeling the studied phenomenon. BNDES was the main financier of large infrastructure projects carried out in the period between 2002 and 2019, constituting a prerequisite for the achievement of various concession projects. So, in this second essay, we investigate ways to quantitatively assess the performance of Brazilian federal highway concessionaires. For that, we apply benchmarking techniques, based on national and international experiences in infrastructure regulation (transportation and energy distribution markets). The database consists of twenty-one federal highway concession contracts, covering the first three stages of the federal concession program, from 2012 to 2016. We apply several models: DEA (Data Envelopment Analysis), SFA (Stochastic Frontier Analysis), and the model named StoNED (Stochastic Semi-Nonparametric Envelopment of Data). The last was recently developed by KUOSMANEN; JOHNSON; SAASTAMOINEN(2015), and has been applied since 2012 by the Regulatory Authority for the Energy Market of Finland (Energiamarkkinavirasto - EMV). In general, it is possible to note that the benchmarking analysis results are robust, since, on average, they converge to a similar level, and their correlation coefficients are high and statistically significant. On average, the efficiencies calculated were: in DEA-type models 92%; in SFA-type models 82%; and in StoNED-type models 92.5%. The results are consistent with the literature. Among the three concession stages, although the differences are not statistically significant, we can observe that the 3rd-stage concessions are those which have the worst relative performance according to the SFA models. Thus, the proposed benchmarking model, together with the application of the various methods to obtain the efficiency scores, constitute a suitable framework for the implementation of an incentive regulation in the federal highway concession contracts. Besides the second article, we propose a methodology supported by the mentioned benchmarking techniques to estimate the X-Factor, which is an essential component of price-cap regulation. The price-cap regulation is - at least in theory - adopted in the federal highway concession contracts. In 2012, the X-Factor was introduced in the tariff equation of concession contracts, to promote and share productivity gains with the infrastructure users. The regulatory authority, however, did not establish how the X-Factor should be calculated. Further, in 2019, it was excluded from the tariff's equation of all contracts, as we can see in the Southern Integration Highway contract, signed in 2019. We conducted a literature review, which highlights the importance of an incentive-oriented regulation, and we also review the international experiences. We also show that the highway contracts outputs are widely criticized by the Brazilian Federal Court of Accounts (TCU), which points out that, among other factors, the existence of an inadequate incentive structure in contracts, followed by a regulation that does not push towards better results, is responsible for the high rates of defaults and renegotiations identified in these contracts. From the results of DEA, SFA and StoNED analysis, we propose a methodology to set tariffs including the X-Factor. The results obtained show that the X-Factor, considering a five-year regulation cycle, and an exponential decay rule for the annual application of a discount factor, it

represents, at least a 3.5% discount on the tariffs of twenty-one highway contracts in regulatory-cycle's first year. Therefore, our proposal represents an advance in the national literature, and has the potential to be a regulatory foccused on stimulating the efficiency of highway concessionaires. The X-Factor obtained are numerically relevant, and the methodology is flexible to allow it's calibration accordingly to regulators and regulated market needs. At last, this thesis brings other evidences that can contribute to the debate about our regulatory institutional environment: the absence of competition and innovation induces the rent-seeking and opportunistic behavior of economic agents. There is an urge to develop the institutional framework for financing and regulation, especially on large infrastructure projects. It plays an important role in the sustained economic growth and society welfare.

**Keywords:** Infrastructure Economics; Brazilian National Development Bank (BNDES); Autoregressive Distributed Lag Models (ARDL); Bayesian Vector Autoregression Mod els (BVAR); Data Envelopment Analysis (DEA); Stochastic Frontier Analysis (SFA); Stochastic Semi-Nonparametric Envelopment of Data(StoNED); X-Factor.