**Uma análise da correlação entre os custos operacionais e seus principais direcionadores para as empresas brasileiras de transmissão de energia elétrica utilizando modelos de regressão linear e programação linear**

Igor Mazzeto, Marcelo A Costa

**Resumo**

Em 2 de agosto de 2022 a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) publicou no Diário Oficial da União (DOU), seção 3, página 106, a abertura da Tomada de Subsídios – TS nº 14/2022. A TS 014/2022 tem com o objetivo obter subsídios e informações acerca de base de dados que será utilizada no estudo de benchmarking dos custos operacionais regulatórios dos agentes de transmissão. Sucintamente, para o cálculo dos custos operacionais regulatórios é aplicado um modelo conhecido como Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis*) utilizando o custo operacional como insumo e nove produtos. Os produtos representam os principais direcionadores (*drivers*) para os custos operacionais das empresas brasileiras de transmissão de energia elétrica. Nesse sentido, é possível assumir que exista uma forte correlação entre os produtos e o insumo, podendo ser aplicado um modelo estatístico de regressão múltipla para estimar parâmetros e realizar inferências estatísticas sobre o modelo. Utilizando a abordagem estatística, o insumo (custo operacional) representa a variável resposta/dependente () e os produtos representam as variáveis preditoras (). Entretanto, a presença de forte correlação linear entre os produtos gera valores inconsistentes para os coeficientes do modelo de regressão como a estimativa de um coeficiente negativo quando é esperado, do ponto de vista técnico, um coeficiente positivo. A literatura apresenta possíveis soluções para esse problema como parametrizações alternativas para o modelo de regressão ou o uso de modelos Bayesianos. Uma solução alternativa é o uso de programação linear para a estimação dos parâmetros do modelo de regressão impondo restrições na forma de inequações. Este trabalho utiliza modelo de regressão linear, programação linear e técnicas de validação cruzada para avaliar os principais direcionadores dos custos operacionais das empresas brasileiras de transmissão de energia elétrica. Os resultados indicam que, com a aplicação da metodologia de programação linear e do uso de restrições aos parâmetros do modelo, apenas 2 dentre os 9 produtos são identificados como os principais direcionadores dos custos operacionais. Dessa forma, este resultado indica que a atual metodologia para o cálculo dos custos operacionais eficientes utiliza direcionadores redundantes, podendo comprometer ou enviesar estimativas de eficiência.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  
  
A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) abriu a Tomada de Subsídios – TS nº 14/2022 para obter informações e subsídios sobre a base de dados que será utilizada no estudo de benchmarking dos custos operacionais regulatórios dos agentes de transmissão. O cálculo desses custos é feito por meio da Análise Envoltória de Dados, utilizando o custo operacional como insumo e nove produtos como direcionadores. No entanto, a forte correlação linear entre os produtos pode gerar valores inconsistentes para os coeficientes do modelo de regressão. Para solucionar esse problema, este trabalho propõe o uso de programação linear e restrições nas inequações para estimação dos parâmetros do modelo de regressão. Os resultados indicam que apenas 2 dos 9 produtos são identificados como os principais direcionadores dos custos operacionais, o que sugere que a metodologia atual pode estar utilizando direcionadores redundantes, comprometendo as estimativas de eficiência.  
\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) publicou a Tomada de Subsídios – TS nº 14/2022 para a obtenção de informações sobre a base de dados que será utilizada no estudo de benchmarking dos custos operacionais regulatórios dos agentes de transmissão. O cálculo desses custos é feito por meio da Análise Envoltória de Dados (Data Envelopment Analysis), utilizando o custo operacional como insumo e nove produtos como variáveis explicativas (drivers) dos custos. No entanto, devido à forte correlação linear entre as variáveis explicativas, o modelo de regressão pode gerar valores inconsistentes para os coeficientes estimados. Uma alternativa para lidar com esse problema é a utilização de programação linear e restrições nas inequações para estimação dos parâmetros do modelo. Nesse contexto, este trabalho propõe uma metodologia que combina a regressão linear com a programação linear e técnicas de validação cruzada para avaliar os principais direcionadores dos custos operacionais das empresas brasileiras de transmissão de energia elétrica. Os resultados indicam que apenas duas das nove variáveis explicativas são identificadas como os principais direcionadores dos custos operacionais, o que sugere a presença de variáveis redundantes na metodologia atual de cálculo dos custos operacionais eficientes, podendo comprometer as estimativas de eficiência.  
  
\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  
  
The Brazilian National Electricity Agency (ANEEL) published the Public Consultation - PC No. 14/2022 to obtain information about the database to be used in the benchmarking study of regulatory operating costs for transmission agents. The calculation of these costs is carried out using Data Envelopment Analysis (DEA), with operating costs as input and nine products as explanatory variables (drivers) of costs. However, due to the strong linear correlation between the explanatory variables, the regression model may generate inconsistent values for the estimated coefficients. An alternative to address this issue is to use linear programming and inequality constraints to estimate the model parameters. In this context, this work proposes a methodology that combines linear regression with linear programming and cross-validation techniques to evaluate the main drivers of operating costs for Brazilian electricity transmission companies. The results indicate that only two out of the nine explanatory variables are identified as the main drivers of operating costs, suggesting the presence of redundant variables in the current methodology for calculating efficient operating costs, which may compromise efficiency estimates.

Exploring the Correlation between Operating Costs and Key Drivers for Brazilian Electricity Transmission Companies using Linear Regression and Linear Programming Models".

"Explorando a Correlação entre Custos Operacionais e Principais Direcionadores para Empresas Brasileiras de Transmissão de Energia Elétrica Utilizando Modelos de Regressão Linear e Programação Linear".