

## **Modelo matemático de avaliação da duplicação ferroviária do trecho Itirapina-Santos para transporte de açúcar**

**Roberto Fray da Silva<sup>1</sup>**  
**Thiago Guilherme Péra<sup>1</sup>**  
**Carlos Eduardo Cugnasca<sup>1</sup>**  
**José Vicente Caixeta Filho<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

<sup>2</sup>Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo

### **RESUMO**

O açúcar é um dos produtos mais importantes nas cadeias de suprimentos agroindustriais do Brasil. Em 2013, foram exportadas 27 milhões de toneladas, principalmente pelos portos da região Centro- Sul. Este produto é exportado via modais rodoviário e ferroviário, sendo o primeiro o mais significativo em termos de volume. Atualmente, existe um projeto de duplicação do trecho ferroviário entre Itirapina (SP) ao porto de Santos (SP), caracterizando um importante corredor logístico de exportação de açúcar. Nesse sentido, o presente artigo tem como objetivo analisar o impacto desta duplicação no custo logístico da plataforma de exportação brasileira de açúcar. Para a realização de tais análises, foi elaborado um modelo matemático de otimização desenvolvido no software GAMS e o solver CPLEX. O cenário (i) avalia o custo logístico atual de exportação de açúcar, considerando a malha multimodal de transporte (rodovia e ferrovia), enquanto que o cenário (ii) avalia o custo logístico com a duplicação do trecho Itirapina (SP) – Santos (SP). Nesse sentido, observa-se que o custo de transporte médio do cenário (i) é na ordem de R\$ 79,80 por tonelada, enquanto que no cenário (ii) há uma redução no custo para R\$ 68,20 por tonelada. Logo a duplicação do trecho ferroviário impacta em uma redução 14,5% no custo logístico de açúcar, gerando uma maior competitividade para o setor e a economia nacional. As principais limitações deste trabalho dizem respeito ao tratamento do modelo de forma estática, não levando em consideração eventuais sazonalidades conhecidas nos preços de fretes rodoviários e ferroviários, bem como na variação das capacidades ferroviárias ao longo de uma safra.

**Palavras-chave:** Logística. Açúcar. Modelagem matemática. Custo total.

**Área:** Logística e Transportes

### **ABSTRACT**

Sugar is one of Brazil's most important agro industrial supply chains. In 2013, 27 million tons were exported, mainly through harbors on the Center-South region. This product is transported using the railway and roadway modes, with the latter being the most utilized mode. Currently, there is a project to duplicate the railway route between the city of Itirapina (SP) and Santos' harbor (SP), an important route for sugar exportation. In this paper, a mathematical model was developed using the GAMS software and the CPLEX solver to optimize the transportation of sugar. Two scenarios were developed: (i) evaluates the total logistical cost of sugar exportation, considering the current infrastructure, while (ii) evaluates the total logistical cost considering the duplication of the Itirapina (SP) – Santos (SP) railway. It was observed that the total logistical cost in (i) was R\$ 79,80 per ton, while in (ii) it was R\$ 68,20 per ton. The duplication of this route results in a reduction of 14,5% on the total logistical cost for sugar exportation, improving both the sector's competitiveness and the national economy. The main limitations of this paper are related to the development of a static model, not considering the seasonality of freight prices and the variation of the railway capacities along the year.

**Keywords:** Logistics. Sugar. Mathematical modeling. Total cost.

**Main area:** Transportation and Logistics