



Optimization approaches to a routing and scheduling problem of oil tankers

Abordagens de otimização para um problema de roteirização e programação de navios petroleiros

Vinícius Picanço Rodrigues¹
Reinaldo Morabito¹
Denise Yamashita¹
Bruno Jensen Virginio da Silva¹
Paulo Cesar Ribas²

Abstract: This study analyzes a routing and scheduling problem of cabotage oil ships motivated by the actual operation of an oil company along the Brazilian coast. Maritime transportation costs from offshore platforms to coastal terminals are an important issue in the search for operational excellence in the oil industry, and the prospects for growth in oil exploration in Brazil have made operations more demanding for agile and effective decision support systems (DSS). This paper presents an optimization approach to deal with this problem consisting of a mixed integer linear (MIP) programming model and an MIP heuristic known as relax and fix. The problem is formulated as a pickup and delivery vessel routing with time windows and heterogeneous fleet which minimizes the costs of fuel consumption of ships and freight contracts. In addition to the usual routing constraints, it also considers specific restrictions of oil maritime transportation problems. Numerical experiments with this approach are presented for a set of real data of the company, confirming that the optimization method is able to find good solutions for moderate-size problem instances.

Keywords: Vehicles routing and scheduling; Pickup and delivery; Maritime transport; Oil industry; Relax-and-fix; MIP heuristics.

Resumo: *Este artigo estuda um problema de roteirização e programação de navios para cabotagem de petróleo, motivado pela operação real de uma empresa no litoral brasileiro. Os custos de transporte desempenham um papel importante na busca pela excelência operacional na indústria de petróleo e as perspectivas de crescimento na exploração de petróleo no Brasil têm tornado as operações mais demandantes de sistemas de apoio a decisões ágeis e eficazes. Neste artigo, apresenta-se uma abordagem de otimização para tratar este problema, composta por um modelo de programação linear inteira mista e uma heurística baseada em programação matemática, conhecida como relax-and-fix. O modelo proposto é inspirado em uma formulação de problemas de coleta e entrega com janelas de tempo e frota heterogênea, que minimiza custos decorrentes do consumo de combustível dos navios e dos contratos de afretamento. Além das restrições usuais de roteirização com coleta e entrega, este artigo considera as restrições específicas deste problema de transporte de petróleo. Experimentos numéricos com esta abordagem são apresentados para um conjunto de dados reais fornecidos pela empresa, os quais comprovam o potencial da abordagem para encontrar boas soluções para instâncias de tamanho moderado.*

Palavras-chave: *Roteirização e programação de veículos; Coleta e entrega; Transporte marítimo; Petróleo; Relax-and-fix; Heurísticas baseadas em programação matemática.*

1 Introduction

Maritime transport moves large volumes of cargo between large distances as, for instance, in certain countries and the import and export operations. In

2012, approximately 8.7 billion tons of goods were transported across the oceans, which means that maritime transport is responsible for about 80% of

¹ Departamento de Engenharia de Produção, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, Rodovia Washington Luiz, Km 235, São Carlos, SP, Brazil, e-mail: vinicius@dep.ufscar.br; morabito@ufscar.br; dsyamashita@gmail.com; brunojen@gmail.com

² Centro de Pesquisas e Desenvolvimento – CENPES, Petróleo Brasileiro S.A. – PETROBRAS, Av. Horácio de Macedo, 950, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, RJ, Brazil, e-mail: paulo.ribas@petrobras.com.br

Received Nov. 18, 2015 - Accepted Sept. 16, 2016

Financial support: Brazilian National Agency of Petroleum, Natural Gas and Biofuels (ANP), São Paulo Research Foundation (FAPESP) and the Brazilian National Council for Scientific and Technological Development (CNPq).