

## OTIMIZAÇÃO POR COLÔNIA DE FORMIGAS E EVOLUÇÃO DIFERENCIAL NA PROGRAMAÇÃO EM DOIS NÍVEIS PARA O PROBLEMA DE TRANSPORTE-ROTEAMENTO

**Jaqueline S. Angelo**

Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC/MCT)  
Av. Getúlio Vargas, 333, Quitandinha – Petrópolis/RJ  
jsangelo@lncc.br

**Helio J. C. Barbosa**

Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC/MCT)  
Av. Getúlio Vargas, 333, Quitandinha – Petrópolis/RJ  
hcbm@lncc.br

### RESUMO

O problema de programação em dois níveis é caracterizado quando uma de suas restrições é também um problema de otimização. Nesta estrutura hierárquica, cada nível da hierarquia busca otimizar uma função objetivo própria, controlando um conjunto de variáveis sujeito a certas restrições. Pode-se pensar num líder (nível superior) que otimiza sua função objetivo considerando tanto suas restrições quanto a reação do seguidor (nível inferior) que, por sua vez, toma sua decisão a fim de otimizar seu objetivo levando em conta o que foi imposto pelo líder. Neste trabalho, pretende-se abordar uma aplicação em dois níveis onde o líder da hierarquia controla o processo de distribuição, buscando minimizar os custos da distribuição de produtos que circulam entre depósitos e revendedores. O seguidor por sua vez é responsável pelo processo de produção, onde ao receber do líder a demanda de produção, define quais fábricas irão produzir os produtos, tentando minimizar seus custos operacionais. O método de resolução proposto utiliza duas metaheurísticas de inspiração natural: Otimização por Colônia de Formigas para a resolução do problema líder, associado ao problema de roteamento de veículos com múltiplos depósitos, e Evolução Diferencial para a resolução do problema seguidor, relacionado ao problema de transporte. Experimentos computacionais foram realizados para analisar o desempenho do método proposto.

**PALAVRAS-CHAVE.** Programação em dois níveis, metaheurísticas, roteamento de veículos.

**Área principal:** Metaheurísticas (MH); Logística e Transportes (L&T)

### ABSTRACT

The Bilevel programming problem is characterized when one of its constraints is also an optimization problem. In this hierarchical structure each level of the hierarchy seeks to optimize its own objective function, controlling a set of variables subject to some constraints. One can think of a leader (upper level) which optimizes his objective function considering both his constraints and the reaction of the follower (lower level), which in turn seeks to optimize his objective considering what was imposed by the leader. In this work, a bilevel application problem is considered where the leader controls the distribution process, which seeks to minimize the costs for distributing products between depots and retailers. The follower, on the other hand, is responsible for the production process, where by receiving from the leader the production demand, selects the plants which will manufacture the products, trying to minimize his operational costs. The proposed method uses two nature-inspired metaheuristics: Ant Colony

Optimization to solve the leader's problem, associated with the multi-depot vehicle routing problem, and Differential Evolution to solve the follower's problem, which is a transportation problem. Computational experiments were used to analyze the performance of the algorithm.

**KEYWORDS. Bilevel programming, metaheuristics, vehicle routing problem.**

**Main area: Metaheuristics (MH); Logistic and Transports (L&T)**