

1

Introdução

Muitos problemas de importância prática e teórica lidam com a escolha da “melhor” configuração ou conjunto de parâmetros para se tomar uma decisão [29]. Esses problemas vêm sendo estudados há décadas por matemáticos e cientistas da computação e são chamados de problemas de otimização. Eles se dividem naturalmente em duas categorias: aqueles com variáveis contínuas e aqueles com variáveis discretas, que chamamos de problemas de otimização combinatória.

Uma maneira muito utilizada de representar problemas de otimização combinatória é através de modelos de programação inteira mista (*Mixed Integer Programming*, MIP). Neste tipo de problema de otimização, algumas variáveis são obrigatoriamente inteiras, enquanto outras podem assumir valores contínuos. O modelo geral MIP pode ser usado para representar vários problemas clássicos, como o problema do caixeiro viajante, o problema da mochila 0-1 e o problema de coloração em grafos. Achar a solução ótima de um modelo MIP qualquer é um problema NP-difícil - o problema de decisão da programação inteira 0-1 (onde as variáveis são todas binárias) é um dos 21 clássicos problemas NP-completos, listados no trabalho pioneiro de Karp [23].

O interesse em resolver problemas NP-difíceis a otimalidade ou encontrar boas aproximações existe há décadas. Problemas dessa classe apresentam diversas aplicações práticas, desde roteamento de pacotes, aeronaves e frotas de entrega até a otimização de operações médicas [3]. A grande vantagem de representar um problema como um MIP é o arsenal de ferramentas existentes para resolver este tipo problema. Entretanto, mesmo com a rápida evolução dos chamados “resolvedores MIP”, algoritmos aproximados ainda são fundamentais para resolver instâncias grandes ou especialmente difíceis de problemas NP-difíceis.

Entre os algoritmos aproximados, os algoritmos metaheurísticos despontam como opções que geram resultados de qualidade e que geralmente possuem flexibilidade suficiente para serem aplicados a vários problemas. Apesar de seu caráter geral, os resultados práticos das metaheurísticas ainda dependem fortemente da qualidade das heurísticas utilizadas, fazendo com que seja difícil

aplicar metaheurísticas de alta qualidade a diferentes problemas.

Ao mesmo tempo, nos últimos anos começam a surgir trabalhos que utilizam estratégias normalmente associadas aos algoritmos metaheurísticos para resolver problemas de programação inteira mista. Programação inteira é uma poderosa ferramenta para modelar problemas de otimização combinatória, logo algoritmos de qualidade para resolver MIPs automaticamente podem ser utilizados para resolver uma gama de problemas.

O objetivo principal deste trabalho é propor e experimentar novos algoritmos que, baseados em estratégias normalmente utilizadas em metaheurísticas, são utilizados para resolver MIP. Estes novos algoritmos utilizarão uma estrutura de vizinhança chamada de vizinhança elipsoidal, inicialmente proposta em [30] e, neste trabalho, generalizada e estendida.

O problema escolhido para testar os algoritmos foi o problema de alocação generalizado (*Generalized Assignment Problem*, GAP), clássico problema NP-difícil que possui um bom conjunto de instâncias difíceis e alguns algoritmos heurísticos de ótimo desempenho.

1.1

Organização deste trabalho

O próximo capítulo discute a utilização de métodos heurísticos para resolver problemas de otimização combinatória, com ênfase em métodos de busca local e metaheurísticas. O capítulo 3 discute o uso de Programação Inteira (PI) como uma poderosa ferramenta para modelar e resolver problemas de otimização combinatória, falando também dos resolvidores MIP comerciais e das dificuldades encontradas na utilização destas técnicas.

O capítulo 4 fala sobre o uso de novas técnicas que combinam as metodologias normalmente utilizadas em algoritmos heurísticos (e metaheurísticos) com a facilidade e poder computacional dos resolvidores MIP. Este capítulo faz uma revisão das técnicas mais conhecidas e detalha a técnica da literatura que será implementada neste trabalho: o algoritmo VNSBra, de Hansen et al. [21].

O capítulo 5 foca-se no conceito de vizinhança elipsoidal, inicialmente desenvolvido no trabalho de Pigatti et al. [30] e que neste trabalho é generalizado e estendido.

O capítulo 6 trata então do *Generalized Assignment Problem* (GAP), um problema de otimização NP-difícil clássico e que será usado para testar as técnicas discutidas. Este capítulo fala da história do GAP, sua importância prática e teórica, a literatura clássica e moderna do problema e as instâncias a serem utilizadas nos testes.

Finalmente, o capítulo 7 descreve os experimentos realizados: os algoritmos testados, seus parâmetros e a metodologia das execuções. O capítulo 8 descreve em detalhes os resultados dos experimentos e o capítulo 9 apresenta as considerações finais do trabalho.