



PROPOSTA DE UM ALGORITMO HÍBRIDO EXATO PARA A SOLUÇÃO DO PROBLEMA DE PROGRAMAÇÃO DE TRIPULAÇÃO

Renan Samuel da Silva¹, Omir Correia Alves Junior²

¹ Acadêmico(a) do Curso de Bacharelado em Ciência da Computação / CCT - PIBIC-EM

² Orientador, Departamento de Ciência da Computação / CCT - omalves@udesc.br

Palavras-chave: Otimização Combinatorial; Geração de Colunas; Meta Heurísticas.

Atualmente os gastos com salários de funcionário consistem em uma das duas maiores fontes de despesas em empresas de transporte. Portanto, a otimização do processo de contratação e escala de funcionários é interessante do ponto de vista logístico.

A programação logística de empresas de transporte urbano tipicamente dá-se pelas seguintes etapas: Projeto das rotas; Planejamento dos horários; Programação da frota; Programação da tripulação; Escalonamento da tripulação. Estas etapas ocorrem em sequência e utilizam dados externos (tais como demanda em horários de pico, etc) e modelos matemáticos para efetuar sua otimização.

Neste trabalho abordou-se o Problema de Programação de Tripulantes (PPT). O PPT tem como objetivo atribuir um conjunto de tarefas para ser realizado por um conjunto de tripulantes. À uma sequência de tarefas dá-se o nome de jornada. Uma jornada deve atender a uma série de restrições legais e acordos sindicais. Horas de folga, duração da jornada, escalas de fins de semana, etc devem ser considerados durante a modelagem do problema. A solução deste modelo pode se reduzida a um problema de cobertura/particionamento de conjuntos, que por sua vez é um problema NP-Difícil.

Dada a complexidade do PPT, a solução utilizando-se métodos exatos está limitado a instâncias pequenas e muitas vezes sintéticas, já que casos reais são relativamente mais complexos. Portanto, a utilização de heurísticas e metaheurísticas torna-se indispensável para a solução de problemas reais.

O uso de métodos exatos oferece uma garantia de otimalidade no processo de solução a um custo de tempo de processamento. Por outro lado, a utilização de métodos heurísticos permite uma solução muito mais rápida ao custo de precisão.

A utilização de métodos híbridos (que empregam métodos heurísticos e exatos) oferecem uma alternativa que agrega a velocidade dos métodos heurísticos com a alta precisão dos métodos exatos. Neste trabalho desenvolveu-se um *framework* que agrega o método de geração de colunas a um conjunto de metaheurísticas. Com base na sua utilização na literatura escolheu-se as seguintes heurísticas: *Hill Climbing*, *Simulated Annealing*, *Ant Colony Optimization* e *Busca Tabu*.

A experimentação consistiu na solução das instâncias de PPT presentes na OR-Library. Os testes foram divididos em três cenários. O primeiro cenário consistiu no teste referência onde

solucionou-se as instâncias utilizando-se o método puramente exato encontrado na literatura. O segundo cenário solucionou as instâncias utilizando-se as heurísticas de modo encadeado, onde uma é executada após a outra conforme a necessidade. O terceiro cenário dividiu-se em 4 testes,

Heurística	Acerto	Erro
hc	0.477	0.523
sa	0.183	0.819
aco	0.354	0.646
tabu	0.849	0.151
todos	0.901	0.099
exact	1.000	0.000

Heurística	Tempo	Fator desempenho
hc	114.719	4.853
sa	333.573	1.669
aco	547.167	1.017
tabu	58.988	9.437
todos	66.966	8.313
exact	556.733	1.000

onde cada um constituiu na utilização individual de cada heurística.

Fig. 1 Taxa de acerto

Fig. 2 Desempenho relativo

Os resultados coletados foram analisados e condensados considerando-se a relação entre o sucesso de cada heurística comparada com o método exato e o seu desempenho relativo. Observando-se a Figura 1 observa-se que a busca Tabu teve o melhor desempenho individual, enquanto que a utilização das heurísticas encadeadas ofereceu a maior taxa de acerto entre os métodos não exatos. A taxa de acerto de *1.0* do método exato está associada a sua precisão. A Figura 2 apresenta o desempenho relativo dos métodos heurísticos comparados ao método exato. Observa-se que a Busca Tabu obteve o melhor tempo de solução, em segundo lugar o método com as heurísticas encadeadas seguido pelo *Hill Climbing*. Nota-se ainda que existe uma relação entre a taxa de acerto do método e o seu tempo de solução.

Neste trabalho analisou-se o efeito da combinação da geração de coluna a métodos heurísticos. Com base nos experimentos realizados pode-se observar uma relação entre a taxa de acerto das heurísticas e o *speedup* obtido. Pode-se ainda observar quais os efeitos da geração de um grande número de colunas no modelo. Os resultados obtidos deste trabalho deram origem a dois artigos aceitos e a escrita de um terceiro artigo que está sendo finalizado. Desenvolveu-se ainda um trabalho de conclusão de curso seguindo a mesma linha de pesquisa.