UDESC UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA

Seminário de Iniciação Científica
Universidade do Estado de Santa Catarina
29º SIC UDESC

UTILIZAÇÃO DA META-HEURÍSTICA MMAS PARA O ROTEAMENTO DE VEÍCULOS COM FROTA HETEROGÊNEA E COLETA E ENTREGA SIMULTÂNEA

Vitor Gauer Pereira [1], Omir Correia Alves Junior [2]

[1] Acadêmico do Curso de Ciência da Computação (UDESC-CCT) - Voluntário
[2] Orientador, Departamento de Ciência da Computação (DCC) – endereço de e-mail.

Palavras-chave: Problema de Roteamento de Veículos. MMAS

Uma considerável parte do custo de produção de um produto vem da logística de transporte. Otimizar a logística de transporte acarreta na diminuição do custo final do produto que gera lucro para a empresa, que gasta menos com transporte, e para o consumidor que irá pagar menos no produto. Este problema é denominado problema de roteamento de veículo (do inglês *Vehicle routing Problem* - VRP), um problema que consiste em otimizar rota de veículos para atender a demandas de clientes de forma que a capacidade máxima de um veículo nunca extrapole. Este problema apresenta variações que adicionam complexidade ao problema, o tornando mais difícil de ser resolvido por acrescentar mais possibilidades de soluções. Alguns exemplos de variações são a janela de tempo, coleta e entrega simultânea dos itens e frota heterogênea.

Este trabalho propõe um modelo de otimização para o VRP contemplando as restrições de janela de tempo, coleta e entrega simultânea e frota heterogênea com custo fixo, denominado de HVRPSPDTW. O objetivo do trabalho é minimizar a distância total percorrida pelos veículos, levando em consideração o custo de utilizar os veículos também. De acordo com a revisão bibliográfica realizada, não se identificou nenhum trabalho que abordasse o VRP utilizando todas as restrições apresentadas neste trabalho simultaneamente.

A utilização de métodos exatos para a resolução do VRP para instâncias de um tamanho considerável (100 clientes ou mais) tem um custo computacional para ser solucionado inviável, necessitando de outro meio para a solução do VRP para estas instâncias. Meta-heurísticas são métodos computacionais que apresentam resultados ótimos ou próximos do ótimo para problemas complexos com um custo computacional mais baixos que os métodos exatos, tornando-o uma alternativa viável para a resolução do VRP.

Este trabalho propõe um método de resolução para o HVRPSPDTW. Para isso, foi utilizado o algoritmo meta-heurístico, baseado no *Min-Max Ant System* (MMAS).

Para avaliar o desempenho desta meta-heurística, foram utilizadas 12 instâncias de Solomon, um benchmark famoso para o VRP, que tem um total de 100 clientes, para medir a

qualidade das soluções encontradas pela meta-heurística. Cada instância de Solomon foi adaptada para comportar as restrições de coleta e entrega simultânea e frota heterogênea, uma vez que as instâncias originais contemplam apenas a capacidade e janela de tempo.

Para avaliar o desempenho do algoritmo MMAS, comparou se a um segundo algoritmo meta heuritisco, denominado *Particle Swarm Optimization* (PSO).Cada instância foi executada 10 vezes com cada algoritmo e as médias das soluções encontradas foram utilizadas em testes a fim de comparar as duas meta-heurísticas. Entre os testes tem-se a análise da curva de convergência do algoritmo e a influência dos parâmetros. Por fim, os resultados das duas meta-heurísticas (PSO e MMAS) foram comparadas pela curva de convergência de cada algoritmo, desvio padrão e através de um método estatístico, o T-Student, para verificar se os resultados obtidos pelas duas meta-heurísticas têm diferenças significativas.

Os resultados obtidos pelos dois algoritmos foram satisfatórios, alcançando o ótimo para as 4 instâncias mais simples de Solomon, chegando próximo ao ótimo em 4 instâncias e chegando em resultados melhores que o ótimo encontrado na literatura em outras 4 instâncias. Comparando as duas meta-heurísticas, de acordo com a tabela da Fig 1, observou-se que o MMAS obteve resultados iguais ou melhores em 9 das 12 instâncias de Solomon, e nas outras 3 instâncias teve um resultado muito próximo ao do PSO. Com base nisso, conclui-se que o MMAS apresentou um resultado melhor na solução do VRP com as restrições apresentadas inicialmente. Porém, o PSO conseguiu melhor consistência nos resultados segundo o Box-Plot apresentado na Fig. 2, o que indica que dentre 10 execuções deste algoritmo, tem-se maior chance de obter resultados satisfatórios.

Instância	DT	NV	DT	NV	DF (%)
C101	**828.94**	10	**828.94**	10	0.0%
C102	**831.79**	10	834.53	10	0.33%
C201	**591.56**	3	**591.56**	3	0.0%
C202	**591.56**	3	**591.56**	3	0.0%
R101	**1685.67**	20	1772.23	21	4.88%
R102	**1518.71**	18	1530.71	18	0.79%
R201	1221.32	8	**1211.20**	7	0.83%
R202	1135.10	7	**1111.18**	5	2.11%
RC101	**1749.23**	18	1752.14	17	0.17%
RC102	**1567.53**	15	1617.30	16	3.18%
RC201	1360.26	9	**1358.56**	8	0.12%
RC202	**1245.38**	7	1288.78	7	3.48%

Fig. 1 *Tabela de Resultados MMAS vs. PSO*

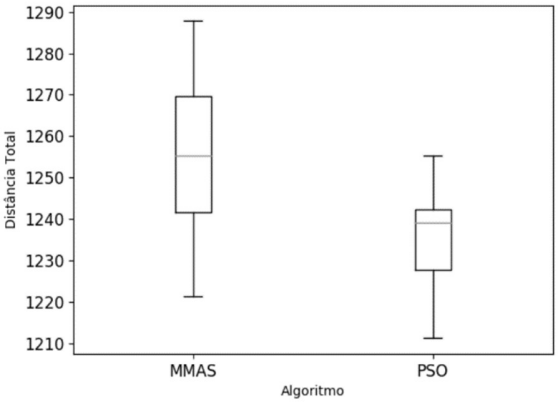

Fig. 2 *Gráfico Box-Plot MMAS vs. PSO*