

MARTINS, J. P.; LONGO H. J. Otimização de um código BCP – Desenvolvimento de um algoritmo para transformação de instâncias do CARP em instâncias do CVRP. In: CONGRESSO DE PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO DA UFG – CONPEEX, 2, 2006, Goiânia. **Anais eletrônicos do XII Seminário de Iniciação Científica** [CD-ROM], Goiânia: UFG, 2006. n. p.

OTIMIZAÇÃO DE UM CÓDIGO BCP - DESENVOLVIMENTO DE UM ALGORITMO PARA TRANSFORMAÇÃO DE INSTÂNCIAS DO CARP EM INSTÂNCIAS DO CVRP

MARTINS, Jean Paulo ¹; **LONGO, Humberto José** ²

Palavras-chave: CARP, CVRP, transformações, roteamento de veículos

1. INTRODUÇÃO

O problema de “roteamento de veículos” surgiu juntamente com o início da utilização dos mesmos pela humanidade, uma grande variedade de problemas pode ser subentendida quando empregamos tal termo. O problema em si pode ser caracterizado com a seguinte frase: “Qual rota escolher para certo percurso, de forma a minimizar os gastos com a mesma?”. E pode ser classificado, em dois grupos, de acordo com a localização dos clientes na rede viária associada ao problema:

- CARP – clientes estão localizados ao longo de uma rede viária,
- CVRP – clientes estão localizados nos pontos de conexão da malha viária.

Devido a aspectos naturais o CVRP recebeu uma maior atenção dos pesquisadores se comparado ao CARP, devido a isso, soluções para instâncias do CVRP são significativamente mais eficientes que as respectivas soluções para o CARP.

Visando aproveitar tal característica, foram desenvolvidas transformações que tornam possível a obtenção de uma instância CVRP a partir de uma instância CARP, duas dessas transformações foram estudadas mais a fundo e a partir delas uma nova transformação foi desenvolvida durante este projeto de pesquisa.

2. METODOLOGIA

O estudo das transformações CARP – CVRP foi a principal metodologia utilizada para o desenvolvimento da nova transformação. As transformações estudadas foram:

- Pearn, Assad e Golden,
- Longo, Uchoa, Poggi de Aragão.

A transformação de Pearn, Assad e Golden é a mais antiga e a partir da qual havia sido criada a transformação de Longo, Uchoa e Poggi de Aragão. Uma breve descrição destas será feita nas seções 2.1 e 2.2.

2.1 – Transformação de Pearn, Assad e Golden

O objetivo desta é transformar um grafo que modela uma instância do CARP em um grafo que modela uma instância do CVRP, preocupando-se em manter a equivalência entre os dois.

Para se efetuar tal transformação cada aresta passa a ser representada por três novos vértices, dois laterais e um central, aos quais será distribuída igualmente a demanda da antiga aresta. O objetivo desses três vértices é garantir que o menor caminho entre dois nós laterais seja sempre o percurso dos três em sequência.

O grande problema desta transformação é a quantidade de vértices do grafo gerado, tal quantidade é igual $(3 \times \text{número de arestas com demanda}) + 1$ do CARP, e essa é a característica que torna essa transformação praticamente inviável em situações reais.

2.2 – Transformação de Longo, Uchoa e Poggi de Aragão

Identificando o problema relacionado ao aumento da quantidade de vértices gerados pela transformação de Pearn, Assad e Golden, Longo, Poggi de Aragão e Uchoa propuseram uma nova transformação que diminui a quantidade de vértices do grafo final para $(2 \times \text{número de arestas com demanda}) + 1$.

O resultado foi obtido através da retirada do vértice central, cuja função era garantir que os três nós que representam a aresta no grafo original fossem percorridos em sequência. Para manter a consistência, após a retirada do nó central, foi necessário restringir as soluções para o problema a conjuntos de rotas onde os vértices laterais sejam percorridos em sequência.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A nova transformação, desenvolvida, substituiu a aresta por apenas um vértice, diminuindo a quantidade de vértices gerados e garantindo, assim, uma solução melhor do que as até então propostas na literatura.

Para que tais objetivos sejam alcançados, foi encontrada uma forma de distribuição de custos, através das arestas, que garante a geração de rotas válidas para a solução. Rotas válidas são aquelas em que uma mesma aresta não aparece como rota de entrada e rota de saída para um mesmo vértice durante o cumprimento da demanda para tal vértice. Essa restrição é necessária para garantir a equivalência das soluções do CVRP e do CARP.

4. CONCLUSÃO

Durante o decorrer do projeto de pesquisa uma nova transformação CARP, CVRP foi desenvolvida. Essa nova transformação diminui significativamente a quantidade de vértices gerados a partir da instância CARP. Além disso, a equivalência entre as instâncias envolvidas é mantida, assim como nas duas transformações descritas na seção **METODOLOGIA**.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] A. A. Assad and B. L. Golden. *Arc Routing Methods and Applications*. In M. G. Ball, T. L. Magnanti, C. L. Monma, and G. L. Nemhauser, editors, *Network Routing*, volume 8 of *Handbooks in Operations Research and Management Science*, chapter 5, pages 375–483. Elsevier, 1995.

- [2] G. B. Dantzig and J. H. Ramser. *The Truck Dispatching Problem*. Management Science, 6(1):80–91, 1959.
- [3] H. A. Eiselt, M. Gendreau, and G. Laporte. *Arc routing problems I: The Chinese Postman Problem*. Operations Research, 43(2):231–242, 1995.
- [4] B. L. Golden and R. T. Wong. *Capacitated arc routing problems*. Networks, 11:305–315, 1981.
- [5] H. L., M. Poggi de Aragão, and E. Uchoa. *Solving capacitated arc routing problems using a transformation to the CVRP*. Computer & Operations Research, 33(6):1823–1837, June 2006.
- [6] H. J. Longo. *Técnicas para programação inteira e aplicações em problemas de roteamento de veículos*. PhD thesis, Departamento de Informática, PUCRJ, 2004.
- [7] W. L. Pearn, A. Assad, and B. L. Golden. *Transforming Arc Routing into Node Routing Problems*. Computers & Operations Research, 14(4):285–288, 1987.
- [8] M. L. Reis. *Um algoritmo de geração de colunas e cortes para o problema de roteamento de veículos*. Master's thesis, Departamento de Informática, PUC-RJ, 2004.
- [9] P. Toth and D. Vigo. *An Overview of Vehicle Routing Problems*. In Paolo Toth and Daniele Vigo, editors, *The Vehicle Routing Problem*, chapter 1, pages 6–10. SIAM, 2002.

FONTE DE FINANCIAMENTO – CNPq/PIBIC

¹ Bolsista de iniciação científica. Instituto de Informática – INF , jean@inf.ufg.br

² Orientador / Instituto de Informática – INF / UFG , longo@inf.ufg.br