

Resolução do Problema do Rodízio da Tripulação com Características do Sistema de Transporte Brasileiro

Suelaine D. G. Andrade, Gustavo Peixoto Silva
PPGCC - Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação
UFOP - Universidade Federal de Ouro Preto
Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil
email: suelaine.andrade@gmail.com, gustavo@iceb.ufop.br

Resumo—O planejamento operacional do sistema de transporte urbano tem sido extensamente abordado, mas ainda é uma área desafiadora para as empresas tanto do setor público como privado. Ele permite reduzir os custos com mão de obra, melhor utilização dos recursos e distribuição mais equilibrada das jornadas para as tripulações. O Problema do Rodízio das Tripulações (PRT) é a última dentre as etapas de planejamento do sistema de transporte público urbano. A finalidade é atribuir a cada tripulação de uma empresa uma sequência mensal de jornadas diárias de trabalho de forma que a carga seja distribuída da forma mais justa possível. Neste trabalho o PRT será abordado como uma sequência de problemas de designação das jornadas diárias e resolvido de forma a abranger algumas restrições características ao sistema de transporte brasileiro através da utilização de um método baseado em fluxo em redes.

Keywords-transporte, rodízio de tripulações, fluxo em redes

I. INTRODUÇÃO

De acordo com [1] os processos de planejamento no transporte público incluem várias fases, como: planejamento estratégico, tático, operacional e controle em tempo real. As empresas de transporte público brasileiro são encarregadas de cumprir diariamente um quadro de horários de viagens para cada linha concedida a elas. As tripulações, compostas por motoristas e cobradores, segundo Silva e Cunha em [2], recebem um conjunto de viagens que deve ser executado ao longo do dia. No entanto, estas jornadas apresentam diferenças como horários de início e término, tempo de duração e turno de trabalho.

Para realizar o planejamento destas jornadas, hoje, as empresas utilizam o sistema de escala fixa em que as tripulações realizam as mesmas jornadas de trabalho todos os dias. Isso faz com que algumas jornadas se tornem mais atrativas do ponto de vista da tripulação que nelas atua que outras. A vantagem deste sistema é a construção, que é simples. Por outro lado, é bastante custoso para as empresas além de ser um tanto parcial para os funcionários. Dispendioso por não permitir a compensação de horas e injusto porque os funcionários mais antigos podem escolher as jornadas que mais os atraem quando normalmente as tripulações que tem ociosidade (tempo da jornada inferior ao tempo normal)

recebem os mesmo salários quando comparados com as outras que fazem jornadas normais.

O rodízio de tripulações, em contraste com o sistema de escala fixa, visa permitir uma carga de trabalho mais imparcial aos funcionários e distribuição equânime das horas extras. A idéia principal é permitir jornadas de trabalho intercaladas, com o objetivo de compensar as horas extras com horas ociosas de jornadas de dias posteriores.

No Brasil, há uma série de regras trabalhistas e operacionais que devem ser respeitadas ao aplicar algum modelo ao transporte público, como: a existência de um tempo mínimo de descanso entre o final de uma jornada e o início da próxima (onze horas), cada trabalhador tem direito a uma folga a cada seis dias de trabalho e a uma folga no domingo a cada cinco semanas, entre outras. Assim, o Problema do Rodízio de Tripulações no Brasil, consiste em determinar um conjunto de escalas mensais de trabalho (compostas, cada uma, de uma sequência de jornadas diárias de trabalho) que devem ser atribuídas às tripulações de uma empresa de transporte público, com o objetivo de se produzir jornadas mais justas e reduzir os gastos, respeitando as regras trabalhistas e operacionais.

Ernst et al. (2004a) destaca Bodin *et al.* (1983) e Carraresi e Gallo (1984) como os principais trabalhos que abordam o PRT no sistema de transporte público. Segundo Bodin em [3], o modelo de escalonamento cíclico usado para a classe de problemas de trabalhadores com localização fixa e pode ser usado para alguns problemas de rodízio. O modelo proposto por Carraresi e Galo em [4], que será tratado com mais detalhes na Seção IV, atribui um peso a cada jornada de acordo com o custo para a tripulação.

O artigo está organizado da seguinte forma: a Seção II apresenta a importância do planejamento do sistema de transporte público, em especial o rodízio de tripulações. Os objetivos gerais deste projeto são apresentados na Seção III. As etapas, procedimentos que serão executados para se alcançar os objetivos deste trabalho são mostradas na Seção IV. Já os resultados esperados podem ser encontrados na Seção V

II. JUSTIFICATIVAS

Conforme Eduardo Vasconcelos aponta em [5], as condições gerais de transporte e trânsito são insatisfatórias para a maioria da população: as grandes cidades dos países em desenvolvimento apresentam níveis baixos de serviço de transporte público, altos índices de acidentes de trânsito, congestionamento, poluição ambiental e invasão dos espaços habitacionais e de vivência coletiva por tráfego inadequado.

A insatisfação dos motoristas e cobradores, o aumento no preço das passagens pode agravar estes problemas pela perda de passageiros, que muitas vezes optam pelo transporte privado, causando um aumento no número de veículos circulando na cidade, amplificando a poluição, os engarrafamentos e o *stress* causado pelo trânsito. O planejamento do sistema de transporte urbano torna-se assim de fundamental importância para garantir um desempenho satisfatório do modelo de circulação urbana. A escala variável traz benefícios para motoristas, cobradores, que contam com uma divisão mais imparcial das atividades, o que torna o ambiente de trabalho mais amigável, beneficiando também os passageiros. Assim, as empresas poderão contar com diminuição nos gastos com horas-extras, o que diminui a pressão sobre os preços das tarifas.

Um dos grandes desafios científicos é o desenvolvimento de estratégias de solução mais simples, mais rápidas e mais robustas, que resultem em um bom desempenho computacional

III. OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho consiste em equilibrar a carga de trabalho dos funcionários de uma empresa de transporte público brasileiro, e reduzir os custos com os pagamentos dos funcionários. O estudo está voltado para a geração do rodízio para uma tripulação com restrições reduzidas. Os objetivos centrais deste projeto são:

- 1) desenvolver um modelo heurístico híbrido para o Problema de Rodízio de Tripulação baseado em algoritmo de fluxo em redes, conforme sugerido por Carraresi e Gallo em [4] e considerando as características particulares do sistema de transporte brasileiro;
- 2) Implementar dois algoritmos para resolver o modelo proposto
- 3) Analisar a complexidade dos algoritmos propostos
- 4) Testar e analisar os resultados

IV. METODOLOGIA

A metodologia utilizada usa como base o modelo proposto por Carraresi e Galo em [4] considerando as características do sistema de transporte brasileiro. Para cada jornada um peso é associado, que representa uma medida do custo da jornada para a tripulação (tempo excedido ou ocioso).

Segundo [4] este problema de encontrar um balanceamento das jornadas sobre um dado intervalo de tempo é formulado como encontrar o peso máximo total das jornadas

de uma tripulação de forma que seja minimizado o custo. Este modelo formula o PRT para um horizonte de m dias, cada dia com n jornadas. Ele é tratado como um problema de fluxo em redes no qual é gerado um grafo orientado e valorado multi-nível, que representa a aplicação do rodízio de tripulações sobre as jornadas diárias.

Considere que $S_k(i)$ seja o conjunto de jornadas que podem ser associadas ao dia $k + 1$ para a mesma tripulação para a qual a jornada i foi associada no dia k . Considere que $P_k(i)$ represente o conjunto de jornadas que podem ser associadas no dia k à mesma tripulação que a jornada i foi associada no dia $k + 1$.

No grafo, $S_k(i)$ representa os sucessores do nó (k, j) , enquanto $P_k(i)$ significa o conjunto de nós antecessores. Um trabalho viável para uma única tripulação corresponde a um caminho de um dos nodos do primeiro conjunto a um dos nodos no m -ésimo conjunto (dia). O tamanho total é dado pela soma dos pesos dos nodos no caminho.

De acordo com [4] o problema de encontrar n ligações de jornadas, tal que o peso máximo seja minimizado pode ser formulado como o problema de encontrar n caminhos de nós disjuntos do primeiro conjunto de nós ao último, de tal forma que o caminho mais longo tenha o menor tamanho.

V. RESULTADOS ESPERADOS

O resultado esperado com esta pesquisa é a geração e análise de dois algoritmos para resolver o problema do rodízio de uma tripulação no horizonte de m dias com restrições reduzidas de forma a minimizar a ociosidade das jornadas.

REFERÊNCIAS

- [1] M. Mesquita, A. Paías, J. Paixao, M. Pato, and A. Repicio, "A new model for the integrated vehicle-crew-rostering problem and a computational study on rosters," *Springer Science Business Media*, vol. 14, no. 4, pp. 319–334, 2010.
- [2] G. P. Silva and C. B. Cunha, "Uso da tecnica de busca em vizinhanca de grande porte para a programcao da escala de motoristas de onibus urbano," *Transportes*, vol. 2, no. 18, pp. 64–75, 2010.
- [3] L. Bodin, B. Golden, A. Assad, and M. Ball, "Routing and scheduling of vehicles and crews: The state of the art," *Computers and Operations Research*, vol. 2, no. 10, pp. 63–211, 1983.
- [4] P. Carraresi and G. Gallo, "A multi-level bottleneck assignment approach to the bus driver's rostering problem," *European Journal of Operational Research*, vol. 16, no. 2, pp. 163–173, 1984.
- [5] E. A. Vasconcelos, *Transporte Urbano espaco e Equidade: Analise das Politicas Publicas*. Sao Paulo: AnnaBlume, 2001, vol. 1.