

OTIMIZAÇÃO COMBINATÓRIA: APLICAÇÕES NO AGRESTE PERNAMBUCANO

Chardsoncley José Correia da Silva Melo¹; Maisa Mendonça Silva²

¹Estudante do Curso de Engenharia de Produção- CAA- UFPE; E-mail: charleseng.prod2011.1@gmail.com,

²Docente/pesquisador do Núcleo de Tecnologia- CAA – UFPE. E-mail: maisa.ufpe@yahoo.com.br

Sumário: Este trabalho teve por objetivo, apresentar um estudo para otimização de rotas em uma empresa de fretamento contínuo. Os dados foram coletados diretamente na empresa, a fim de encontrar informações acerca do atual plano de roteirização, definição de rotas, horários pré-estabelecidos de chegada, número de veículos disponível para o serviço e endereços exigidos como paradas obrigatórias. Os Aplicativos *Google Maps*, *ArcGIS* e *LogWare* foram utilizados nesta proposta, conjuntamente com o método da varredura e uma abordagem do problema do caixeiro viajante. Os resultados apontam para uma melhoria de mais de 54% na distância percorrida e, assumindo algumas hipóteses, a economia total do tempo obtida por todas as rotas é de aproximadamente 1,347 horas.

Palavras-chave: fretamento contínuo; otimização combinatória; problemas de roteirização;

INTRODUÇÃO

Dentre os principais polos econômicos do Estado destaca-se o polo de confecções do Agreste, segundo maior polo têxtil e de confecções do Brasil, que reúne as cidades de Caruaru, Santa Cruz do Capibaribe e Toritama. Sabe-se que, uma das principais dificuldades de se manter competitivo no mercado é possuir uma rede de transporte que satisfaça todos os desafios que se pousam na questão, quais sejam: entrega de mercadorias, insumos, o transporte de funcionários, entre outras questões.

Devido ao grande crescimento das cidades e à elevada variedade de maneiras de se chegar a um local, os meios de transporte tornam-se cada vez mais complexos e no que diz respeito ao transporte público, têm-se muitas linhas de ônibus operando com grande desperdício de recursos, tempo e dinheiro. Além disso, vê-se graves problemas crescendo cada vez mais, como por exemplo: congestionamentos, índices de acidentes de trânsito, emissão de gases poluentes. Tais fatores influenciam na qualidade de vida dos moradores. Diante das dificuldades enfrentadas pelos trabalhadores brasileiros com o transporte público, enfatiza-se a importância da contratação de transporte fretado pelas empresas. Esse serviço é denominado fretamento contínuo e busca satisfazer usuários e organização, simultaneamente, mediante o atendimento das necessidades de ambos. Para fornecimento de um serviço apropriado, é necessário que empresas de transporte invistam na ferramenta de roteirização. Estas proporcionam o atendimento à demanda a partir da definição de menores rotas e da consideração das condições de capacidade.

MATERIAIS E MÉTODOS

Primeiramente, foi feita a identificação do problema, logo após reuniões com a orientadora nas quais foram discutidas e levantadas possíveis ferramentas para a modelagem e resolução do problema. Após a definição do que deveria ser realizado, iniciou-se uma pesquisa bibliográfica por meio de livros periódicos, artigos e teses que continham assuntos relacionados ao tema. Em paralelo à busca de referências, foi feita a estruturação do problema.

Para coleta de dados, foram feitas visitas à empresa de transporte, a fim de encontrar informações acerca do atual plano de roteirização, definição de rotas, horários pré-estabelecidos de chegada, número de veículos disponível para o serviço e endereços exigidos como paradas obrigatórias. Após a coleta dos endereços, foi usado o *Google Maps*, serviço *online* que dispõe de mapas de cidades e de várias ferramentas como a possibilidade de medir distâncias entre pontos e identificar a latitude e longitude dos mesmos com precisão.

Com as latitudes e longitudes obtidas com o auxílio do *Google Maps* foi possível com a utilização do software *ArcGIS* plotar todos os pontos e dá início a modelagem do problema. Com os pontos plotados no *ArcGIS* foi feita a utilização do método da varredura o qual serviu de input para o problema do caixeiro viajante através da ferramenta *LogWare*, que abrange uma coleção de programas que avaliam casos logísticos.

RESULTADOS

Com o auxílio do *Google Maps* foi obtido as latitudes e longitudes de todos os pontos. Contudo, antes de obter essas coordenadas, foram definidos os pontos de paradas fornecidos pela empresa e foi respeitado as definições da CBTU quanto à distância entre paradas. Assim, o número de pontos considerados foi 74.

Com todas as 74 coordenadas, foi possível através do software *ArcGIS* plotar os pontos em uma malha figura 1, e utilizar a mesma através do método da varredura desenvolvido manualmente para obtenção das rotas.

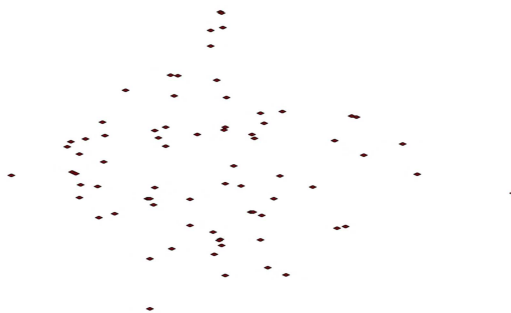


Figura 1: Pontos plotados no software ArcGIS.
Fonte: Autor.

A origem do plano cartesiano e sobre o centro de distribuição e a criação das rotas foi obtida girando o eixo no sentido anti-horário sempre verificando a capacidade do ônibus. Após um giro de 360° onde todos os pontos foram inclusos foi obtido as seguintes rotas:

Clusters	Rota
1	66 - 19 - 65 - 21 - 73 - 20 - 74 - 32 - 67 - 72 - 24
2	23 - 68 - 71 - 31 - 25 - 70 - 22
3	33 - 28 - 29 - 69 - 30 - 6 - 40 - 27 - 41 - 1 - 26 - 39
4	2 - 50 - 38 - 37 - 3 - 36 - 35 - 4 - 8
5	7 - 34 - 64 - 5 - 63 - 9 - 11 - 18 - 10 - 15 - 12 - 16
6	62 - 17 - 13 - 14 - 54 - 55 - 52 - 58 - 53 - 45 - 47
7	51 - 44 - 46 - 61 - 56 - 57 - 49 - 48
8	60 - 59 - 43

Tabela 1: Rotas obtidas pelo Método da Varredura.

Após o desenvolvimento do problema do caixeiro viajante através do *Routseq* foram obtidas as seguintes rotas:

Clusters	Rota
1	75 – 32 – 74 – 73 – 72 – 24 – 21 – 20 – 66 – 19 – 65 – 67 – 75
2	75 – 31 – 25 – 22 – 23 – 71 – 70 – 68 – 75
3	75 – 6 – 27 – 26 – 40 – 41 – 39 – 1 – 29 – 30 – 28 – 69 – 33 – 75
4	75 – 3 – 4 – 35 – 8 – 50 – 36 – 37 – 38 – 2 – 75
5	75 – 34 – 9 – 10 – 11 – 18 – 16 – 12 – 15 – 64 – 63 – 5 – 7 – 75
6	75 – 45 – 57 – 53 – 13 – 14 – 17 – 52 – 62 – 58 – 55 – 54 – 75
7	75 – 56 – 51 – 49 – 44 – 61 – 46 – 48 – 57 – 75
8	75 – 43 – 60 – 59 – 75

Tabela 2: Rotas melhoradas através do Routseq.

Da tabela 3, pode-se observar as distâncias singulares das rotas, obtidas utilizando um fator de circuito de 1,96594384178367, fator esse obtido através da média do consciente das distancias reais (obtidas com auxílio do *Google Maps*) com as distâncias equivalentes (distância em linha reta).

Assim, comparando com o modelo utilizado atualmente o modelo proposto representa uma economia de cerca 54.203%. A figura 2 mostra o comparativo das distâncias entre o método empírico e o método aplicado neste trabalho.

	Distâncias (Km)
Rota 01:	13,899
Rota 02:	11,906
Rota 03:	11,634
Rota 04:	11,123
Rota 05:	12,000
Rota 06:	10,576
Rota 07:	9,886
Rota 08:	10,020

Tabela 3: Distâncias das 8 rotas

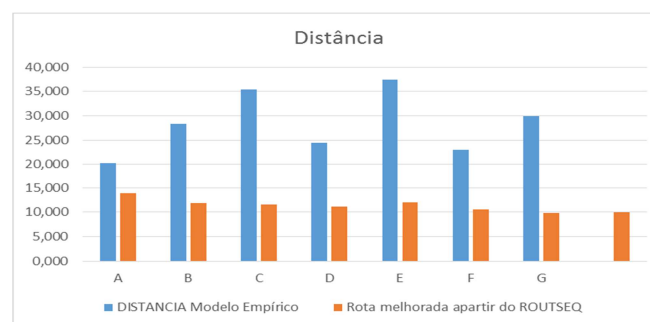


Figura 2: Comparativo das distâncias das rotas entre os dois métodos: empírico e o deste trabalho

DISCUSSÃO

A partir do exposto na seção anterior, é importante apontar algumas condições atendidas com o método proposto na solução do problema. Primeiramente, todas as rotas obedecem à capacidade do ônibus de 45 pessoas.

Apesar de a presente proposta possuir uma rota a mais, o ganho em custo pode ser verificado. Houve uma melhoria de mais de 54% na distância percorrida e, assumindo a hipótese que em média um ônibus desloca se cerca de 80Km/h a economia total do tempo

obtida por todas as rotas seria de aproximadamente 1,347 horas, isso desprezando eventuais sinistros que cada ônibus possa encontrar na rota.

CONCLUSÕES

Uma boa definição da rotas é uma atividade de suma importancia para uma empresa de ônibus, a partir desta, decisões sobre a gestão dos recursos são tomadas e uma decisão incorreta pode gerar grandes implicações para a organização. A roteirização provou ser uma ferramenta poderosa, na qual as variações de restrições configuram problemas diferentes com o mesmo intuito, que é reduzir custos operacionais mediante os deslocamentos dos veículos.

Diante do cenário atual, vê-se que esse instrumento pode oferecer suporte a empresa no planejamento e operação de sistemas de transporte de funcionários à medida que proporciona operações mais eficientes tanto no âmbito econômico quanto no aspecto de nível de serviço uma vez que a capacidade do onibus não é utrapassada.

A utilização do *Google Maps*, Sistema de Informação Geográfica, ajudou na visualização dos dados originais e obtenção das latitudes e longitudes onde atrelado a aplicação do método do caixeiro viajante, por meio da ferramenta *LogWare*, permitiu a redução de distâncias percorridas nas rotas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal de Pernambuco, por todo apoio dado através da infraestrutura disponibilizada, ao CNPq, pela concessão da bolsa de Iniciação Científica/PIBIC, a minha orientadora Prof^a Dra. Maisa Mendonça Silva, por toda paciência e orientações, agradeço também a Engenheira de Produção Luana Justino por toda ajuda no presente trabalho.

REFERÊNCIAS

- GILLET, B.L.; MILLER, L. A Heuristic Algorithm for the Vehicle-Dispatch Problem. *Operations Research*, v.22, n.4, p.340-349, 1974.
- BELFIORE, P. P. Scatter Search para Problemas de Roteirização de Veículos com Frota Heterogênea, Janelas de Tempo e Entregas Fracionadas. Tese de Doutorado – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.
- BALLOU, R. H. *Business Logistics Management*. Englewood Cliffs NJ: Prentice Hall, 5^a Ed., 2005.
- KARP, R. M. On the Computational Complexity of Combinatorial Problems, *Networks* 5, 45- 68, 1975.
- GOLDBARG, Luna *Optimização Combinatória e Programação Linear: Modelos e Algoritmos*. Editora Campus, 1999.
- CORMEM, Thomas H. et al. *Algoritmos: teoria e prática*. 2^a Edição, Rio de Janeiro: Elsevier, 2002.
- COLIN, E. C. *Pesquisa operacional: 170 aplicações em estratégia, finanças, logística, produção, marketing e vendas*. Rio de Janeiro: LTC, 2007.