

Estacionamento Rotativo: Um Modelo Heurístico Baseado em Localização-Designação¹

Liliane S. de Antiqueira*

Universidade Federal do Rio Grande, FURG

96201-900, Rio Grande, RS

E-mail: lilianeantiqueira@furg.br

Catia dos S. Machado

Universidade Federal do Rio Grande – Instituto de Matemática, Estatística e Física

96201-900, Campus Carreiros, Rio Grande, RS

E-mail: catiadmt@terra.com.br

Elaine C. Pereira

Universidade Federal do Rio Grande – Instituto de Matemática, Estatística e Física

96201-900, Campus Carreiros, Rio Grande, RS

E-mail: elainepereira@prolic.furg.br

RESUMO

No contexto atual do trânsito, o crescimento do número de automóveis e a falta de infraestrutura estão gerando sérios problemas de congestionamento nos centros das cidades. Tal situação gera um descompasso entre o aumento do número de carros e a falta de espaço nas grandes cidades, ocasionando um desequilíbrio entre a demanda e a oferta de vagas de estacionamento.

Com o intuito de solucionar este problema, diversas cidades implantaram o Estacionamento Rotativo Regulamentado (ERR) que, conforme [2] é uma medida de racionalização do uso da via, que coíbe os estacionamentos de longa duração e promove a constante troca dos veículos nas vagas. Em razão disso, propõe-se neste trabalho a aplicação de um modelo heurístico baseado em localização-designação para a melhoria do ERR na cidade de Rio Grande-RS. Tem como objetivo, apoiar os setores de fiscalização, através de uma ferramenta computacional que permita a elaboração de mapas e relatórios, possibilitando que fiscais tenham acesso a documentos atualizados das ruas a serem percorridas. Atualmente, estas informações são feitas de forma empírica e manual, como foi detectado na pesquisa realizada junto à empresa. A metodologia foi composta pela determinação do número p de medianas, $p=20$, que corresponde ao número de funcionários. Para isto, foi utilizada a heurística clássica Teitz e Bart [4], na qual considerou-se todos os trechos de quadra do grafo $G = (V, A)$ como potenciais medianas. A partir do conjunto V deve-se encontrar um conjunto $V_{20} \subset V$, tal que a soma das distâncias de cada trecho de quadra restante em $V' = V - V_{20}$ até o trecho de quadra mais próximo em V_{20} seja a mínima possível, ou seja, o conjunto com o menor número de transmissão, dado por:

$$\sigma(V_{20}) = \sum_{v_{i_L}}^{L=106} w_i \times d(v_{i_L}, v_{i_k}) \quad \text{para } \forall v_{i_L} \in V' \text{ e } v_{i_k} \in V_{20} \quad (1)$$

Onde V é o conjunto dos trechos de quadra $V = \{v_i, \dots, v_{126}\}$, sendo $i = 1, 2, 3, \dots, 126$; V_{20} é o subconjunto de V pois $V_{20} \subset V$, ou seja, $V_{20} = \{v_{i_1} \dots v_{i_{20}}\}$; $V' = V - V_{20} = \{v_{i_1} \dots v_{i_{106}}\}$,

¹ Em [1] encontra-se um estudo inicial sobre a formação de setores e áreas do ERR, bem como a comparação dos algoritmos de Teitz & Bart e Busca Tabu e a designação através do Problema de Transporte e Designação. No artigo *Um modelo heurístico baseado em localização-designação aplicado ao ERR*, o qual se encontra em fase de publicação na revista *Journal of Transport Literature*, fez-se um detalhamento da pesquisa, sendo que para a designação foi utilizado o método de Gillett e Johnson. Além disso, comparou-se os algoritmos Teitz & Bart e Busca Tabu. Diferentemente do que é apresentado neste resumo, tem-se um recorte da dissertação Problema de Localização de Facilidades aplicado ao Estacionamento Rotativo, defendida em abril de 2013. O foco do ao resumo é mostrar a possibilidade de aplicação de um modelo heurístico para a formação de setores utilizando apenas o Algoritmo de Teitz & Bart.

sendo i qualquer um dos 126 trechos de quadra de V ; v_{i_k} são todos os vértices pertencentes ao subconjunto V_{20} , sendo $k = 1, \dots, 20$; v_{i_L} são todos os trechos de quadra pertencentes ao conjunto V' , sendo $L = 1, \dots, 106$ e w_i é o peso associado em cada trecho de quadra, que para este problema será definido como 1 (um) pois todos os trechos de quadra poderão ser um vértice mediana. Após a determinação das medianas foi realizada a designação dos trechos de quadra às medianas mais próximas utilizando o Problema de Designação [3]. Considerou-se que existem 106 trechos de quadra com uma demanda D_i a ser designada no trecho i , ou seja, $i = 1, 2, \dots, 106$; 20 setores com uma capacidade C_j disponível na mediana j , ou seja, $j = 1, 2, \dots, 20$; d_{ij} é o custo para designar um trecho de quadra i ao setor j , ou seja, a distância percorrida pelos fiscais e x_{ij} é o número de unidades a ser enviada da origem i para o destino j . Logo x_{ij} será 1, se o trecho i for designado para o setor j e 0 caso contrário. Então:

$$\text{Minimizar } Z = \sum_{j=1}^{20} \sum_{i=1}^{106} d_{ij} x_{ij} \quad (2)$$

Sujeito a:

$$\sum_{j=1}^{20} x_{ij} = 1 \text{ para } i = 1, 2, \dots, 106 \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^{106} x_{ij} D_i \leq C_j \text{ para } j = 1, 2, \dots, 20 \quad (4)$$

$$x_{ij} = 1, \text{ se o trecho } i \text{ for designado para a mediana } j \\ 0, \text{ caso contrário} \quad (5)$$

A função objetivo (2) designa os 106 trechos de quadra aos 20 setores de forma a minimizar a distância percorrida pelos fiscais dentre os trechos de cada setor. As restrições (3) é para que cada trecho ($i = 1, 2, \dots, 106$) seja designado a apenas um setor (não pode ter um trecho designado para dois setores, pois cada setor é composto por seus diferentes trechos), as restrições (4) mostram que cada setor j possui capacidade C_j que deve ser respeitada de acordo com a demanda D_i do trecho i . E por último, as restrições (5) é para que todas as variáveis sejam binárias. Neste trabalho apresentou-se uma heurística de localização-designação para o problema do ERR. Na formação dos setores, o modelo matemático revelou-se de fácil implementação, rápido e bastante eficiente. Os resultados obtidos foram bastante satisfatórios, pois a partir de um mapa digitalizado da região e das coordenadas dos trechos de quadra, o aplicativo desenvolvido elabora todos os mapas de setores a serem fiscalizados, permitindo que qualquer alteração seja feita de forma automática sem causar maiores transtornos. Diante dos resultados obtidos com o estudo, conclui-se que o aplicativo desenvolvido possibilita a generalização do problema em estudo, servindo como modelo para outras regiões e municípios que necessitam de uma ferramenta computacional para a elaboração de mapas. Além disso, permite adicionar e remover trechos quando houver alterações no sistema, sendo possível mudar o mapa da região ou acrescentar bairros e ruas, conforme a necessidade.

Palavras-chave: *P-medianas, Designação, Estacionamento Rotativo*

Referências

- [1] Antiqueira, L. S., Pereira, E. C. e Machado, C. S. (2012) Problema de Localização de Facilidades aplicado ao serviço de Estacionamento Rotativo. *Anais do XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP*, Bento Gonçalves.
- [2] Elias, A. C. C, “Estacionamento Rotativo Pago em Via Pública”, Dissertação de Mestrado, PPGEP- UFRGS, 2001.
- [3] Marins, F. A. S, “Introdução à Pesquisa Operacional”, São Paulo: cultura acadêmica: Universidade Estadual Paulista, 2011.
- [4] Teitz, M. B.; Bart, P, “Heuristic Concentration: Two-stage Solution Construction”, Operational Research Society, London, 1968.