

DESENVOLVIMENTO DE ROTINA PARA RESOLUÇÃO SIMULTÂNEA DE ALGORITMOS DE LOCALIZAÇÃO DE ATIVIDADES E PROBLEMA DO TRANSPORTE PARA SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

Henrique Nunes Faria
André Carvalho Silveira
Renato da Silva Lima

Universidade Federal de Itajubá
Instituto de Engenharia de Produção e Gestão

1. RESUMO

A abordagem de modelos de localização de atividades tem sido proposta por meio de ferramentas de auxílio à decisão espacial, principalmente quando uma base de dados geograficamente referenciada se encontra disponível. Diversos *softwares* são utilizados no auxílio a problemas de localização. Porém, a maioria deles acaba funcionando como uma “caixa preta”: seus métodos de solução não são transparentes, restando aos usuários em geral a hipótese de acreditar na eficiência dessas soluções. A partir de experiências anteriores efetuadas nos módulos de localização-alocação do SIG-T TransCAD®, versão 4.5, constatou-se que este resolve o problema, porém em duas etapas distintas. A primeira engloba a rotina *Facility Location* (FL), que identifica as melhores localizações para as instalações, propondo a abertura de novas unidades ou fechamento das já existentes, e procede a alocação entre demanda e oferta, porém sem levar em consideração a capacidade máxima de operação das instalações. Para impor esta restrição de limite de capacidade, faz-se necessário submeter a solução da rotina FL à rotina *Transportation Problem* (TP), caracterizando a segunda etapa de solução do problema no SIG. Sendo assim, a solução da rotina FL se torna a entrada da rotina TP, que irá realocar a demanda à oferta segundo o critério de limite máximo de capacidade das instalações. Porém, esta segunda rotina não mais admite a abertura ou fechamento das instalações previamente geradas na rotina FL, ficando pré-condicionada àquela configuração inicial, situação que claramente pode comprometer a qualidade da solução final. Adicionalmente, há que se considerar que ambas as rotinas trabalham com algoritmos heurísticos na busca das soluções. Conseqüentemente, não se garante que a solução encontrada após a utilização das rotinas seja a solução ótima, o que só se saberia ao certo com a resolução do problema via algoritmo otimizador. Esse é o ponto de partida para o presente trabalho, cujo objetivo é desenvolver uma rotina (*add-in*) para o SIG TransCAD que automatize a obtenção da solução ótima, obtida a partir de um modelo matemático baseado em Programação Linear Inteira Mista (PLIM), de forma simultânea, ao contrário do uso das rotinas combinadas do SIG.

2. METODOLOGIA

O desenvolvimento da rotina (*add-in*) para o TransCAD foi baseado nas conclusões do trabalho de Mapa e Lima (2007), que aplicaram tanto o modelo já presente no SIG (não simultâneo) quanto o modelo PLIM, desenvolvido por eles, em três simulações, de diferentes níveis de complexidade. A primeira propunha a abertura de fábricas e alocação de clientes, em 18 municípios do estado de SP. A segunda envolvia um atacadista, na qual se estudou a localização de centros de distribuição e alocação de seus clientes varejistas. Na terceira, o objetivo era localizar Creches e conseqüente alocação da demanda (crianças de 0 a 3 anos) na cidade de São Carlos, SP, Brasil. Depois de efetuadas as simulações propostas, as soluções geradas pelos modelos SIG e PLIM foram comparadas, onde os autores comprovaram que as diferenças chegavam a ser da ordem de 37%, dependendo do tamanho do problema.

Com base nesses resultados, foi iniciada a fase de programação computacional da rotina baseada em PLIM que seria incorporada ao TransCAD. O trabalho defrontou-se inicialmente com a dificuldade para escolha do software para processamento do modelo PLIM. A maioria dos softwares otimizadores gratuitos não apresentaram um número satisfatório de variáveis e restrições para se aplicar um modelo efetivo de localização-alocação de instalações. Inicialmente estudou-se o uso do software otimizador LINGO, com uma interface através de um módulo controlador desenvolvido em C# para melhor compatibilidade ao pacote MS Office, amplamente utilizado no mercado. Porém, a versão gratuita do LINGO não se mostrou suficiente em termos de variáveis e restrições disponíveis para o modelo. Dessa forma optou-se pelo Solver, que além de oferecer mais variáveis e restrições na versão mais acessível, também é nativo ao pacote MS Office, o que elimina uma camada do esquema e favoreceu a facilidade que se objetivava quando se projetou a rotina (Figura 1).



Figura 1: Esquema inicial e final para desenvolvimento do *Add-In*

3. CONCLUSÕES

Os resultados podem ser considerados plenamente satisfatórios, visto que o *add-in* foi desenvolvido com sucesso, operacionalizado no TransCAD na forma de um botão no menu da barra de ferramentas. O trabalho encontra-se em sua fase final, de testes, mas até o momento todos os cenários simulados por Mapa e Lima (2007) foram replicados com sucesso. Por fim, cabe ressaltar que diante da dicotomia entre a eficiência heurística e a precisão otimizante, cabe ao decisor escolher a ferramenta mais apropriada para cada problema.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e a FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais), pelo apoio financeiro concedido a diversos projetos que subsidiaram o desenvolvimento desse trabalho.

Referências

- Church, R.L. & Sorensen, P. (1996). Integrating normative location models into GIS: problems and prospects with the p-median model. In: Longley P, Batty M. (eds). *Spatial Analysis: modeling in a GIS environment*. Cambridge, UK: GeoInformation International, p.167-183.
- Mapa, S.M.S.; Lima, R.S. (2007). Análise do desempenho de um sistema de informações geográficas em problemas de localização de instalações. In: XXI ANPET - Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Transporte, Rio de Janeiro. Anais, 2007.
- Pizzolato, N.D. & Silva, H.B.F (1997). The location of public schools: evaluation of practical experiences. *International Transactions in Operational Research*, Vol. 4, No. 1, 13-22.
- Vallim Filho, A.R.A. (2004). *Localização de centros de distribuição de carga: contribuições à modelagem matemática*. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Yeh, A.G.-O. & Chow, M.H. (1996). An integrated GIS and location-allocation approach to public facilities planning: an example of open space planning. *Computers, Environmental and Urban Systems*, Vol. 20, No. 4-5, 339-350.