



MODELAGEM DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO APLICADA AO CASO UMA EDITORA DE REVISTAS

Fernando Mutarelli¹

Cláudio Barbieri da Cunha²

Departamento de Engenharia de Transportes
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

RESUMO

Este trabalho trata do problema da modelagem *de redes de distribuição* aplicada ao caso de uma editora de revistas. O problema a ser abordado consiste em determinar a quantidade e a localização de plantas industriais (*gráficas*), bem como a abrangência de cada uma delas para o cumprimento do nível de serviço de distribuição de uma revista semanal de informações, de forma a minimizar os seus custos de produção e de transporte. Um modelo de programação inteira mista é proposto para a sua solução e aplicado para resolver um caso real.

ABSTRACT

This work deals with the problem of modeling a distribution network related to a magazine producer. The proposed problem comprises determining the quantity and location (footprint) of industrial plants (printings), as well as the coverage area for each selected location that minimize the total production and transportation costs. Constraints regarding level of service requirements for the distribution of a weekly information magazine are considered. A mixed linear integer programming model is proposed and applied to solve a real case.

1. INTRODUÇÃO

O principal problema de distribuição em uma editora de revistas é a alocação de pontos de demanda a unidades gráficas, entendendo-se como pontos de demanda os distribuidores regionais, que são os responsáveis pela entrega domiciliar dos exemplares aos assinantes e pela entrega nos pontos de venda, no caso de venda avulsa.

A complexidade do problema aumenta quando se trata de revistas semanais, pois pode-se ter múltiplas unidades gráficas, dezenas de centros de distribuição e centenas de milhares de leitores que devem receber seus exemplares em uma janela de tempo muito reduzida, situação essa agravada pela extensão do território nacional. As decisões de localização das gráficas, o planejamento de produção em cada unidade gráfica, a expedição dos veículos de abastecimento e a programação da entrega domiciliar são requeridos em um problema desta natureza.

A presente pesquisa de mestrado objetiva definir um modelo matemático representativo para o problema em questão, que permita encontrar uma solução viável e aplicável na prática e que também propicie custos de produção e de transporte mínimos.

Mais especificamente, deseja-se determinar:

- a quantidade mínima de unidades gráficas e sua localização;
- a abrangência de cada unidade gráfica, ou seja, quais praças devem ser atendidas por cada unidade;
- qual o modal de transporte utilizar para abastecer os pontos de demanda;
- em que horário expedir as revistas das unidades gráficas, de modo que o nível de serviço em todos os pontos de demanda possa ser atendido, respeitando as restrições de produção.

2. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

Diversos autores têm tratado de problemas de localização e de modelagem de redes de distribuição, entre os quais Ballou (1999), Brandeau e Chiu (1989), Current *et al.* (2002) e



Jayraman (1998). Mourtis e Evers (1995) e Dilmann *et al.* (1996) trataram de problemas relacionados à logística de distribuição de jornais e periódicos, embora não com o foco pretendido neste trabalho.

Seja uma rede de distribuição de revistas composta de unidades industriais (gráficas), onde os exemplares são impressos, e um conjunto de locais de destino (pontos de demanda) que devem receber as revistas. Cada um desses locais não representa o destino final destas revistas, mas apenas uma praça de destino, a partir da qual a revista será distribuída localmente para os leitores finais, seja através de entrega domiciliar, no caso de assinante, ou entrega em um ponto de venda, no caso de uma banca de jornal.

Cada unidade industrial $i=1, 2, \dots, NG$ possui uma capacidade horária de produção CP_{it} e um volume mínimo de produção PM_i , que deve ser respeitado caso a unidade industrial i seja utilizada na solução do problema. Para cada unidade industrial i , tem-se um custo unitário de produção Cup_i . O número máximo admissível de unidades industriais é K .

A cada ponto de demanda $j=1, 2, \dots, ND$ está associada uma demanda D_j e um nível de serviço mínimo requerido H_j . Este nível de serviço representa o horário máximo permitido de chegada das revistas no ponto de demanda j .

Há $m=1, 2, \dots, NM$ modais de transporte e cada um deles pertence a um conjunto de tipos de veículos, ou seja, $m \in \{1, 2, \dots, Tv\}$. Para cada modal de transporte m , com base no tipo de veículo Tv , está associado um custo por viagem Ct_{ijm} e um tempo de deslocamento T_{ijm} entre uma unidade industrial i e um ponto de demanda j .

O problema central consiste em determinar a quantidade de revistas que deve ser produzida na unidade industrial i , durante o período de produção t , para atender ao ponto de demanda j , através do modal de transporte m , de tal forma que todos os pontos de demanda j sejam plenamente atendidos e que o custo total de produção e de transporte de abastecimento destes pontos seja mínimo.

Seja a_{ijmt} uma constante que recebe o valor 1 se a produção da unidade industrial i , no período de produção t , permite atender o horário máximo de chegada das revistas no ponto de demanda j , através do modal de transporte m ; 0 caso contrário.

As variáveis de decisão do problema são:

Z_i = 1 se a unidade industrial i é selecionada
= 0 caso contrário

Y_{ijm} = 1 se a unidade industrial i atende o ponto de demanda j , através do modal m
= 0 caso contrário

X_{ijmt} = Quantidade de revistas produzida na unidade industrial i , durante o período de produção t , para atender ao ponto de demanda j , através do modal de transporte m

O modelo matemático do problema é apresentado a seguir:

$$\text{Minimizar [CT]} = \sum_{i=1}^{NG} \sum_{j=1}^{ND} \sum_{m=1}^{NM} \sum_{t=1}^{NP} (Cup_i X_{ijmt}) + \sum_{i=1}^{NG} \sum_{j=1}^{ND} \sum_{m=1}^{NM} (Ct_{ijm} Y_{ijm}) \quad (1)$$



sujeito a:

$$\sum_{i=1}^{NG} \sum_{m=1}^{NM} (Y_{ijm}) = 1 \quad \forall j = 1, \dots, ND \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^{ND} \sum_{m=1}^{NM} \sum_{t=1}^{NP} (X_{ijmt}) \geq PM_i \times Z_i \quad \forall i = 1, \dots, NG \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^{NG} \sum_{m=1}^{NM} \sum_{t=1}^{NP} (a_{ijmt} \times X_{ijmt}) = D_j \quad \forall j = 1, \dots, ND \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^{ND} \sum_{m=1}^{NM} (X_{ijmt}) \leq CP_{it} \quad \forall i = 1, \dots, NG \quad (5)$$

$$\sum_{t=1}^{NP} (X_{ijmt}) \leq M \times Y_{ijm} \quad \forall i = 1, \dots, NG \quad (6)$$

$$\sum_{j=1}^{ND} \sum_{m=1}^{NM} (Y_{ijm}) \leq M' \times Z_i \quad \forall j = 1, \dots, ND \quad (7)$$

$$\sum_{j=1}^{ND} \sum_{m=1}^{NM} (Y_{ijm}) \leq M' \times Z_i \quad \forall m = 1, \dots, NM$$

$$\sum_{i=1}^{NG} (Z_i) \leq K \quad \forall i = 1, \dots, NG \quad (8)$$

$$Y_{ijm} \in \{0,1\} \quad \forall i = 1, \dots, NG \quad (9)$$

$$Z_i \in \{0,1\} \quad \forall j = 1, \dots, ND \quad (10)$$

$$X_{ijmt} \geq 0 \quad \forall m = 1, \dots, NM \quad (11)$$

$$X_{ijmt} \geq 0 \quad \forall t = 1, \dots, NP$$

A função objetivo (1) a ser minimizada é composta de duas parcelas de custo: custo de produção e custo de transporte. A restrição (2) garante que um ponto de demanda j somente pode ser atendido por uma única unidade industrial i e um único modal de transporte m . A restrição (3) assegura que o volume mínimo de produção em cada unidade industrial i selecionada seja respeitado, enquanto que a restrição (4) garante que todos os pontos de demanda j sejam plenamente atendidos. A capacidade horária de produção na unidade industrial i , durante o período de produção t , é garantida pela restrição (5), enquanto que a restrição (6) impõe que só pode haver fluxo de revistas produzidas em uma unidade industrial i para um ponto de demanda j , através de um modal de transporte m caso a gráfica i e o modal m sejam selecionados. A restrição (7) indica que um ponto de demanda j somente pode ser atendido, através de um modal de transporte m , por uma unidade industrial i selecionada.



A restrição (8) assegura que um número máximo K de gráficas seja respeitado. As restrições (9) e (10) impõem que as variáveis de decisão Y_{ijm} e Z_i sejam binárias. Por último, a restrição (11) impõe que a variável de decisão X_{ijmt} não pode assumir valores negativos.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora este seja um problema logístico relevante, não foram encontradas, na revisão bibliográfica, referências sobre o tema. No Brasil, algumas revistas semanais de notícia estão entre as dez maiores do mundo em termos de circulação, isto é, do número de exemplares produzidos e distribuídos semanalmente.

A dimensão temporal, ou seja, o reduzido intervalo de tempo entre o fechamento de uma edição da revista e a entrega dos exemplares às bancas e aos assinantes forçou o tratamento simultâneo dos problemas de produção e de distribuição, o que também é inédito.

O modelo matemático encontra-se em fase de implementação em ambiente de planilha eletrônica, utilizando o software de otimização *What's Best*, para posterior validação. Em seguida será aplicado a um caso real de uma revista semanal de notícias, para o qual os dados já estão sendo levantados.

Pretende-se demonstrar que muitos dos complexos problemas enfrentados pelos gestores da área de Logística e, em particular, os problemas associados à modelagem de redes de distribuição, podem ser solucionados a partir da utilização de conceitos e métodos adequados, sendo possível construir um modelo de otimização suficientemente representativo do problema em questão e que pode ser resolvido através do ambiente de planilha eletrônica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ballou, R.H. Business logistics management. (1998) 4th.ed. Rio de Janeiro: Editora Prentice-Hall do Brasil.
- Brandeau, M.L.; S.S. Chiu. (1989) An Overview of representative problems in location research. *Management Science*, v.35, n.6, p. 645-74, 1989.
- Current, J.; M. Daskin, e D. Schilling. (2002) Discrete network location models. In: Drezner, Z.; Hamacher, H.. Facility location theory: applications and methods. Berlin: Springer-Verlag, p. 81-118.
- Dillmann, R; Becker, B; Beckefeld, V. (1996) Practical aspects of route planning for magazine and newspaper wholesalers. *European Journal of Operational Research*, n. 90, p. 1-12, 1996.
- Jayraman, V. (1998) Transportation, facility location and inventory issues in distribution network design. *International Journal of Operations & Production Management*, v.18, n.5, p. 471-94, 1998.
- Mourtis, M.; Evers, J.J.M. (1995) Distribution network design – an integrated planning support framework. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, v.25, n.5, p. 43-57, 1995.
- Powers, R.F. “ Optimization models for logistics decisions. *Journal of Business Logistics*, v.10, n.1, p. 106-21, 1989.
- Song, S.H.; Lee, K.S.; Kim, G.S. (2002) A practical approach to solving a newspaper logistics problem using a digital map. *Computers & Industrial Engineering*, n. 43, p. 315-330, 2002.

¹ Fernando Mutarelli

R. Iara, 84 – apto. 123 – São Paulo – SP – Cep 04542-030

Fone: +11.3167-6741 / +11.9644-7512 – e_mail: fmutarelli@bol.com.br

² Cláudio Barbieri da Cunha

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Caixa Postal 61548 - São Paulo – SP - CEP 05424-970

Fone: +11.3818-5732 – e_mail: cbcunha@usp.br