

5 Metodologia proposta

Será apresentada, neste capítulo, a metodologia proposta para a resolução do problema de localização de Grupamentos Logísticos, com o objetivo final de proporcionar o melhor apoio, com os menores custos em termos de transporte, a qualquer manobra a ser realizada pelo Exército de Campanha.

5.1 Localização dos Grupamentos Logísticos Avançados

A metodologia de resolução do problema de localização dos Grupamentos Logísticos Avançados pode ser dividida em duas fases. A primeira fase consistiria na seleção, dentre o conjunto de cidades candidatas, daquelas que atendessem as restrições quanto à infra-estrutura, capacidade das estradas, distância máxima de apoio e distância de segurança. A segunda fase consistiria, na localização do número ótimo de Grupamentos Logísticos Avançados dentro do universo de cidades selecionadas.

O processo de localização dos Grupamentos Logísticos Avançados acontecerá em duas etapas, descritas nos subitens a seguir.

5.1.1 Metodologia – Primeira Fase

A primeira fase da metodologia de localização dos Grupamentos Logísticos Avançados tem como função principal identificar, dentre as cidades candidatas a receber tais facilidades, aquelas que atendam às restrições descritas no item 2.11.

Este trabalho de dissertação começou a ser confeccionado, por exigências da grade curricular do curso, antes que todos os créditos necessários tivessem sido obtidos. Baseado nisso, ao iniciar o estudo do problema tema da dissertação, não havia por parte do autor o domínio da ferramenta Sistemas de Informações Geográficas.

Neste momento, o autor possuía um conhecimento satisfatório da utilização da linguagem de programação *Visual Basic* no ambiente *Excel*. Dessa maneira, a primeira abordagem pensada para solucionar o problema relativo à primeira fase

da metodologia foi a utilização de funções, do tipo “criada pelo usuário”, desenvolvidas em planilha *Excel*.

Posteriormente, a partir da obtenção de um conhecimento maior do tema Sistemas de Informações Geográficas pelo autor, foi possível elaborar uma abordagem de resolução da primeira fase da metodologia utilizando a ferramenta SIG.

É importante salientar que não há dúvida nenhuma que a abordagem utilizando SIG é mais atual e satisfatória. No entanto, o processo de criação das funções permitiu um enorme ganho no entendimento do problema de localização de Grupamentos Logísticos.

Baseado nisto, serão apresentadas as duas abordagens de resolução da primeira fase da metodologia de localização de grupamentos logísticos

5.1.1.1

Função *pop*

Dentre as cidades candidatas, deverão ser escolhidas cidades que possuam infra-estrutura em termos de hospitais, fábricas depósitos, etc. Um bom quantificador para isso seria a população da cidade. Cidades com população maior que 20000 pessoas poderiam ser candidatas a receberem o Grupamento Logístico.

Sendo assim, o dado de entrada da função *pop* é o número correspondente à população da cidade candidata. A informação de saída desta função será “atende”, se o dado de entrada for menor que 20000, e “não atende” caso contrário.

5.1.1.2

Função *cec*

Será avaliado se as estradas, tanto rodoviárias quanto ferroviárias, que chegam às cidades candidatas, atendem a valores de capacidade de transporte coerentes com a quantidade de suprimentos que chegam ao Grupamento Logístico.

O dado de entrada da função *cec* será a capacidade de transporte das estradas que chegam à cidade candidata. Se o dado de entrada for menor que a quantidade total de suprimentos que chega ao Grupamento Logístico, a

informação de saída desta função será “atende”. Caso contrário, será “não atende”.

5.1.1.3 Função *ces*

Será avaliado se as estradas, tanto rodoviárias quanto ferroviárias, que saem das cidades candidatas, atendem a valores de capacidade de transporte coerentes com a quantidade de suprimentos que saem do Grupamento Logístico.

O dado de entrada da função *cec* será a capacidade de transporte das estradas que saem da cidade candidata. Se o dado de entrada for menor que a quantidade total de suprimentos que sai do Grupamento Logístico, a informação de saída desta função será “atende”. Caso contrário, será “não atende”.

5.1.1.4 Função *dlaada*

Dentre as cidades candidatas, deverão ser escolhidas aquelas que estejam situadas a 30 km, pelo menos, à retaguarda da Linha Anterior da Área de defesa Avançada (LAADA).

Dessa maneira, o dado de entrada da função *dlaada* será a distância, em km, da cidade candidata à LAADA, caso a localidade esteja situada à retaguarda desta linha ou o valor nulo, caso contrário. A informação de saída desta função será “atende”, se o dado de entrada for maior ou igual a 30 ou “não atende”, caso contrário.

5.1.1.5 Função *avaliação*

Se a cidade candidata atender a todas as restrições em termos de capacidade das estradas, segurança e infra-estrutura, ela estará apta a receber um Grupamento Logístico Avançado.

Os dados de entrada da função *avaliação* serão as informações de saída de cada uma das funções acima. Caso todos os dados de entrada sejam iguais a “atende”, a informação de saída da função *avaliação* será “aprovada”. Caso contrário, será “reprovada”.

Para avaliar as restrições quanto à capacidade de os grupamentos logísticos avançados apoiarem ou não às Grandes Unidades desdobradas, será utilizada a função *dma*, descrita a seguir.

5.1.1.6 Função *dma*

Esta função será aplicada para avaliar se a distância da cidade candidata a cada uma das cidades, que estão recebendo os Batalhões Logísticos das Grandes Unidades a serem apoiadas, é menor ou igual à distância máxima de apoio estabelecida.

O dado de entrada da função *dma* será o valor da distância da cidade candidata ao Batalhão Logístico da Grande Unidade a ser apoiada. A informação de saída desta função será “atende”, se o dado de entrada for menor ou igual ao valor estabelecido para a distância máxima de apoio.

5.1.1.7 Utilização do Sistema de Informações Geográficas

As cidades candidatas devem passar por um processo de seleção quanto às restrições de capacidade das estradas, infra-estrutura e distância de segurança. Para escolher as localidades que atendam às duas primeiras restrições, é utilizada a característica do SIG de ser um banco de dados. Para escolher as cidades que atendam à última restrição, é utilizada a propriedade de o SIG possuir um sistema de coordenadas de referência.

Como, neste estudo, será utilizado o software *ArcView*, as etapas da metodologia proposta estarão customizadas para este programa. Dessa forma, é mais conveniente descrever os passos envolvidos nesta fase da metodologia no próximo capítulo, onde será apresentado um exemplo de aplicação da mesma.

5.1.2 Metodologia – Segunda Fase

A segunda fase da metodologia de localização dos Grupamentos Logísticos Avançados consiste na localização propriamente dita. Nesta etapa, será determinado o número de grupamentos logísticos avançados a serem localizados e quais Batalhões Logísticos das grandes Unidades cada um deles irá apoiar.

É importante ressaltar que o custo de implantação e manutenção de um Grupamento logístico Avançado é bem maior que o da manutenção de um centro de distribuição. Isso se deve ao fato de aquele realizar outras funções logísticas, tais como transportes, saúde, manutenção, além da função suprimento. Em outras palavras, por maior que seja o fluxo de suprimentos, a partir do Grupamento Logístico Avançado, o custo fixo unitário de manutenção, por tonelada de produto, desta facilidade será sempre maior que o custo de transporte unitário. Dessa forma, será sempre mais econômico analisar a situação que preveja o menor número de grupamentos logísticos necessários.

A doutrina prevê que cada um dos Grupamentos Logísticos Avançados apresenta a capacidade de apoiar até seis Grandes Unidades operacionais. Baseado nisso, o número de grupamentos logísticos a serem instalados será determinado dividindo-se o número de Grandes Unidades a serem apoiadas por seis.

5.1.2.1 Modelagem Matemática – Segunda Fase

O algoritmo a ser aplicado na resolução do problema de localização dos Grupamentos Logísticos Avançados e do relacionamento deles com os Batalhões Logísticos das Grandes Unidades a serem apoiadas (quem apóia quem?) é o da formulação da p-mediana com a restrição adicional de cada um dos grupamentos logísticos poderem atender, no máximo, seis grandes unidades. Além disso, as quantidades transportadas são as mesmas qualquer que seja o Grupamento Logístico utilizado e da Grande Unidade a ser apoiada, não sendo, portanto, necessária a utilização do peso w_{ij} . Dessa maneira, a modelagem matemática da segunda etapa é representada pelo seguinte algoritmo:

$$\text{Min}Z = \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} d_{ij} y_{ij} \quad (11)$$

Sujeito a:

$$\sum_{j \in J} y_{ij} = 1, \quad i \in I \quad (12)$$

$$\sum_{j \in J} y_{jj} = p \quad (13)$$

$$\sum_{i \in I} y_{ij} \leq 6, \quad j \in J \quad (14)$$

$$y_{ij} \leq y_{jj}, \quad i \in I, j \in J \quad (15)$$

$$y_{ij} = \{0,1\}, \quad i \in I, j \in J \quad (16)$$

onde,

i : é o Batalhão Logístico a ser apoiado;

j : cidade candidata a receber o Grupamento Logístico Avançado;

p : número de Grupamentos Logísticos Avançados a serem desdobrados.

5.2

Localização dos Grupamentos Logísticos Recuados

Na aplicação da metodologia de reolução do problema de localização de Grupamentos Logísticos ao caso dos Grupamentos Logísticos Recuados, a primeira fase consistiria na seleção das cidades candidatas que atendessem as restrições quanto à infra-estrutura, capacidade das estradas e distância de segurança e a segunda fase consistiria, na localização de um Grupamento Logístico Recuado dentro do universo de cidades selecionadas.

Seguindo o preconizado pela doutrina, para o apoio à manobra, deverão ser utilizados de um a dois grupamentos logísticos recuados. No entanto, percebe-se que, para o cumprimento das principais funções desenvolvidas por tais facilidades, será necessário instalar hospitais, oficinas de manutenção, além dos depósitos, aumentando consideravelmente o custo fixo de instalação das mesmas. Dessa maneira, sempre que possível, costuma-se localizar apenas uma destas facilidades.

Além disso, é importante lembrar que existem duas rotas de fluxo de suprimentos partindo dos Grupamentos Logísticos Recuados, a primeira destes para os Grupamentos Logísticos Avançados e a outra para os Batalhões Logísticos

das Grandes unidades. Sendo assim, o processo de escolha dos Grupamentos Logísticos Recuados só tem início a partir da definição das cidades que irão receber os Grupamentos Logísticos Avançados.

5.2.1

Metodologia – Primeira Fase

A primeira fase da metodologia de localização dos Grupamentos Logísticos Recuados tem como função principal identificar, dentre as cidades candidatas a receber tais facilidades, aquelas que atendam às restrições descritas no item 2.11.

Sendo assim, as abordagens utilizadas para a resolução desta fase do problema são muito semelhantes às utilizadas no caso da localização dos Grupamentos Logísticos Avançados.

Para avaliar as restrições quanto à infra-estrutura, à capacidade de transporte das estradas que chegam e que saem das cidades candidatas, serão utilizadas, respectivamente as funções *pop*, *cec*, *ces*, já descritas anteriormente. E para avaliar às restrições quanto à distância de segurança será utilizada a função *duld*, semelhante à *dlaada*, obedecendo a ressalva de onde se lê LAADA, leia-se ULD. Por fim, para realizar a avaliação final será utilizada a função *avaliação*, também já descrita anteriormente.

A abordagem utilizando Sistema de Informações Geográficas, de maneira semelhante ao caso do processo de pré-seleção das cidades candidatas a receber os Grupamentos Logísticos Avançados, será melhor descrita no próximo capítulo.

5.2.2

Metodologia – Segunda Fase

A partir do descrito no item 2.10, é fácil perceber que, quando se fala de fluxo a partir do Grupamento Logístico Recuado, quanto menor o tkm gasto neste apoio logístico, menor será a necessidade em termos de módulos de transporte. Como a quantidade de suprimentos a ser enviada para cada um dos Grupamentos Logísticos Avançados e para cada um dos Batalhões Logísticos é constante, para diminuir o gasto em termos de tkm, é necessário minimizar o somatório das distâncias entre o Grupamento Logístico Recuado e os Grupamentos Logísticos Avançados e entre aquele e os Batalhões Logísticos. Em outras palavras, para se

obter o valor mínimo de tkm e, conseqüentemente, utilizar a quantidade mínima de módulos de transporte, é necessário resolver um problema de localização de facilidades.

Conforme já visto no texto apresentado até aqui, o número máximo de Grupamentos Logísticos Recuados a ser instalado é igual a dois.

O custo de implantação e manutenção de um Grupamento Logístico Recuado é bem maior que o da manutenção de um centro de distribuição. Isso se deve ao fato de aquele realizar outras funções logísticas, tais como transportes, saúde, manutenção, além da função suprimento. Em outras palavras, por maior que seja o fluxo de suprimentos, a partir do Grupamento Logístico Avançado, o custo fixo unitário de manutenção, por tonelada de produto, desta facilidade será sempre maior que o custo de transporte unitário. Dessa forma, será sempre mais econômico instalar apenas um Grupamento Logístico Recuado.

5.2.2.1

Modelagem Matemática – Segunda Fase

No caso da escolha mais econômica, ou seja, a escolha de um Grupamento Logístico Recuado, poder-se-ia, calcular o valor do somatório das distâncias de cada uma das cidades candidatas aos Grupamentos Logísticos Avançados e aos Batalhões Logísticos, das Grandes Unidades, apoiados e escolher a cidade que apresentasse o menor somatório. No entanto é possível resolver este problema de uma maneira mais fácil, utilizando o algoritmo da p-mediana com o valor de p igual a 1.

Dessa maneira, o modelo a ser utilizado é o seguinte:

$$\text{Min}Z = \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} d_{ij} y_{ij} \quad (17)$$

Sujeito a:

$$\sum_{j \in J} y_{ij} = 1, \quad i \in I \quad (18)$$

$$\sum_{j \in J} y_{jj} = 1 \quad (19)$$

$$y_{ij} \leq y_{jj}, \quad i \in I, j \in J \quad (20)$$

$$y_{ij} = \{0,1\}, \quad i \in I, j \in J \quad (21)$$

No modelo descrito na página anterior, o índice i representa o Grupamento Logístico Avançado ou Batalhão Logístico a ser apoiado, o índice j a cidade candidata a receber o Grupamento Logístico Recuado.