



O ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP) NO APOIO À TOMADA DE DECISÃO EM LOCALIZAÇÃO DE UMA BASE LOGÍSTICA DE BRIGADA

EPHRAIN TALMUD LEITE DE OLIVEIRA CRUZ
ephraincruz@hotmail.com
EsAO

VICTOR COSENZA DOS SANTOS PEREIRA
victorcosenza@gmail.com
EsAO

CRISTIANE MARIA DEFALQUE
cristianedefalque.adm@gmail.com
EsAO

NELSON DE SOUZA JÚNIOR
nelsonjrspg@gmail.com
EsAO

Resumo:No contexto dos conflitos armados, a logística exerce forte influência para o sucesso das tropas que atuam nas linhas de frente. Neste contexto, faz-se necessário o acurado planejamento, por meio da localização das estruturas logísticas ao longo das áreas de operações, assegurando que fluxo de materiais e serviços necessários sejam atendidos na medida certa. Desta forma, cresce de importância o estudo do método de análise de logística, utilizado pelo Exército Brasileiro nos diversos tipos de operações previstas em sua doutrina militar. No nível tático das áreas de operações, são desdobradas bases logísticas, que apoiarão as tropas de determinada Brigada. Para seleção da área mais adequada ao desdobramento dessas bases, os decisores utilizam a análise de logística. Neste sentido, o objetivo da presente pesquisa consistiu em analisar a localização de uma Base Logística de Brigada por meio do método Analytic Hierarchy Process (AHP), com o processamento de fatores e aspectos previstos na Doutrina Militar Terrestre. Para isso, foi realizado um estudo de caso junto a especialistas do Exército Brasileiro, que analisaram as áreas de possível desdobramento dos meios logísticos em apoio à uma determinada operação. O resultado obtido demonstrou que o método AHP apresentou-se capaz de operacionalizar as demandas requeridas para tomada de decisão de escolha da área mais adequada ao desdobramento de uma BLB em apoio à operação do estudo de caso, servindo, para esta situação, como ferramenta no auxílio à tomada de decisão.

Palavras Chave: AHP - Logística Militar - Base Logística - -



1. INTRODUÇÃO

Com o objetivo de acompanhar a evolução dos conflitos armados modernos, o Exército Brasileiro (EB) tem atualizado sua doutrina de preparo e emprego, buscando migrar, o mais rapidamente possível, suas estruturas de um estado de paz para um estado de guerra.

Neste escopo, das lições aprendidas nos conflitos modernos, o EB apresenta uma doutrina baseada na Flexibilidade, Adaptabilidade, Modularidade, Elasticidade e Sustentabilidade (BRASIL, 2014, p. 1-1). Para isso, torna-se necessário um adequado planejamento, fazendo com que as demandas logísticas sejam atendidas na medida certa e as tropas à frente do campo de batalha disponham dos meios necessários para levar à cabo as operações planejadas.

Nesta condição, é necessário estudar o método de Análise de Logística, a forma de planejamento da logística nas operações militares (BRASIL, 2014). Nesse método, destaca-se a localização de instalações logísticas ao longo de um área (Teatro de Operações), na qual ocorrem as ações militares, assegurando o fluxo logístico desde o território nacional (TN) até às linhas mais avançadas das zonas de combate (ZC), conforme ilustrado pela Figura 1.

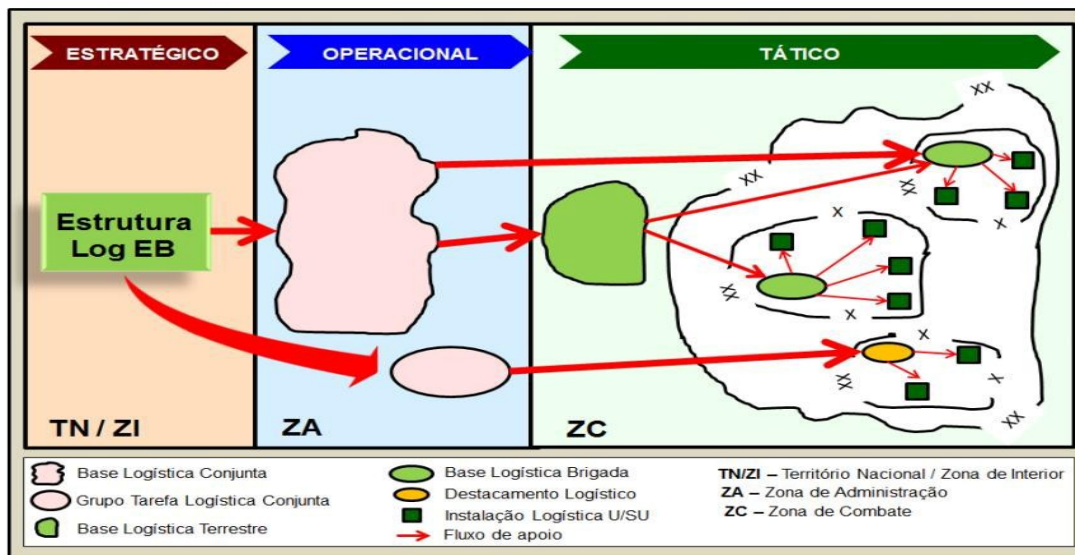


Figura 1: Estruturas Logísticas (visão completa)

Fonte: Exército Brasileiro (2014, p. 8-6)

Estrutura logística do nível tático, a Base Logística de Brigada (BLB) é a área onde são desdobrados os meios dos Batalhões Logísticos (B Log) e outros recursos específicos em apoio à uma Brigada. Sua organização é modular e fundamentada em meios dotados de mobilidade tática, de modo a possibilitar o apoio logístico às operações e assegurar certo grau de autonomia à força apoiada (BRASIL, 2015).

Por meio de recente levantamento realizado pelos autores desta pesquisa na Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais do Exército (EsAO), junto a oficiais da área de Logística do EB, cerca de 90% dos participantes julgaram o problema de localização de BLB como sendo de alta ou média complexidade. Apesar de já serem especialistas militares, ou seja, aptos a executarem o método da Análise de Logística, cerca de 72% evocam a necessidade do uso de ferramentas que possibilitem a completa comparação dos fatores previstos na Doutrina Militar Terrestre (DMT), apontando para relevância deste estudo.

Na literatura, podem ser encontrados trabalhos que utilizam métodos multicritérios para auxiliar a decisão de localização de instalações. Gomes (2009) utilizou o método *Analytic*



Hierarchy Process (AHP) para auxiliar a decisão de realocação de Organizações Militares de Logística da Força Aérea Brasileira (FAB) em todo o território nacional. Silva (2014) utilizou o método TODIM-FSE para classificação de uma BLB.

Desta forma, esta pesquisa busca analisar a localização de uma Base Logística de Brigada (BLB) por meio do método AHP, com o processamento de fatores e aspectos previstos na Doutrina Militar Terrestre (DMT) (BRASIL, 2015). Para isso, foi realizado um estudo de caso, em que o grupo decisor selecionará a área onde será desdobrada a BLB de onde partirá o apoio às tropas que estarão defendendo uma parte da área de operações.

Neste contexto, o grupo decisor analisará a preponderância de um ou mais aspectos sobre os demais, a importância relativa de um ou mais fatores face à operação a ser realizada, a excessiva vantagem ou desvantagem de determinado aspecto e a intenção do Comandante. Desta maneira, serão utilizados os passos previstos no AHP, buscando, por meio da análise dos fatores e aspectos que influenciam a escolha do local para desdobramento de uma BLB, verificar a melhor possibilidade.

Este trabalho está organizado da seguinte forma: na segunda Seção é apresentado um referencial teórico com uma breve revisão dos fatores a serem analisados e o método utilizado; a terceira seção apresenta a descrição dos resultados e algumas discussões sobre o estudo de caso pesquisado. As considerações finais e as referências estão nas Seções 4 e 5, respectivamente.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção, será realizada uma breve revisão dos fatores e aspectos a serem analisados para localização de uma BLB.

2.1. FATORES PARA A LOCALIZAÇÃO DE UMA BASE LOGÍSTICA DE BRIGADA

A logística está presente em três níveis de condução das operações: o estratégico, o operacional e o tático. Nos dois primeiros, a logística estabelece as condicionantes do planejamento e da execução das operações, enquanto que, no nível tático, adapta-se à manobra planejada para torná-la viável (BRASIL, 2014, p. 2-1).

No nível tático, a logística compreende a sincronização de todas as atividades necessárias para sustentar a força operativa terrestre. A sua efetividade está relacionada à capacidade de proporcionar o apoio logístico adequado às forças desdobradas no momento e local oportunos (BRASIL, 2014, p. 2-2).

Dessa forma, uma BLB é localizada na zona de combate, sendo posicionada, geralmente, na área de retaguarda das tropas apoiadas (BRASIL, 2014, p. 7-11). Nesse sentido, é realizado um planejamento logístico detalhado, sendo selecionadas regiões de possível desdobramento.

Para o estudo de caso desta pesquisa, foram utilizados os fatores e aspectos constantes na Nota de Coordenação Doutrinária (NCD) 01/2015 – A Logística nas Operações, empregando o que há de mais atual na DMT do EB. Sendo assim, neste artigo, foram utilizados os seguintes aspectos para a escolha da melhor BLB:

- Do fator manobra (C1): - Apoio cerrado (SC11): traduz-se pela avaliação da distância, medida por estrada, até os elementos a apoiar. O apoio será tanto mais cerrado quanto menor for essa distância. Em relação à BLB, deverá ser considerada como prioritária a Zona de Ação do elemento que realiza o esforço principal e/ou ação decisiva (BRASIL, 2015).



- Favorecimento do esforço da ação tática (SC12): caracterizado pela posição relativa da base em face ao esforço principal e/ou ação decisiva, considerada malha viária existente. O esforço será tanto mais favorecido quanto mais bem eixada, por estrada, estiver a base em relação ao esforço principal e/ou ação decisiva (BRASIL, 2015).

- Distância máxima de apoio (SC13): é a maior distância, medida por estrada, admitida entre a BLB e as áreas de trens de estacionamento (ATE) das unidades de combate ou áreas de trens (AT) de unidade de apoio ao combate (BRASIL, 2015).

- Interferência com a manobra (SC14): diz respeito à possibilidade de dificultar ou impedir os deslocamentos das unidades em reserva e das unidades de apoio ao combate, ou, ainsa, restringir o espaço necessário ao desdobramento, principalmente, das demais frações (BRASIL, 2015).

- Do fator terreno (C2): - Rede rodoviária compatível: trata-se do estudo da trafegabilidade das vias que assegurem ligações com o escalão apoiador (SC21) e com os elementos apoiados (SC22), e da disposição da malha viária, quando se refere à circulação no interior da base (SC23) (BRASIL, 2015).

- Existência de construções (SC24): refere-se à quantidade, tipo e disposição o terreno das construções existentes e passíveis de serem aproveitadas para melhorar a prestação do apoio, tais como sítios, fazendas, instalações industriais, habitações isoladas, hospitais, escolas, localidades e outras (BRASIL, 2015).

- Cobertas e abrigos (SC25): refere-se à existência de cobertas e abrigos naturais capazes de proporcionar ocultação e/ou proteção às instalações. A configuração do terreno e a cobertura vegetal são parâmetros que, normalmente, definem esse aspecto (BRASIL, 2015).

- Obstáculos no interior da base (SC26): consideram-se aqueles, naturais ou artificiais, capazes de restringir ou impedir o movimento sobre uma via de circulação interna ou periférica, de dissociar uma parte do restante da base ou de reduzir seu espaço aproveitável. Podem configurar tais situações: rios, regiões alagadiças, terreno de formação rochosa, ferrovias e outros (BRASIL, 2015).

- Do fator segurança (C3): - Segurança do fluxo: analisada pelos aspectos distância de apoio versus possibilidades do inimigo (SC31), pontos críticos versus possibilidades do inimigo (SC32), estrada principal de suprimento (EPS) versus possibilidades do inimigo (SC33) e EPS versus flancos expostos (SC34) (BRASIL, 2015).

- Segurança das instalações: analisada pelos aspectos proximidade de tropa amiga (SC35) e distância de segurança (SC36) (BRASIL, 2015).

- Do fator situação logística (C4): - Localização atual das instalações de apoio logístico do escalão apoiador (estrutura logística que apoia a BLB) (SC41): é caracterizado pela posição da BLB em face da localização das instalações logísticas do escalão apoiador, considerada a orientação da ligação rodoviária existente (BRASIL, 2015).

- EPS em uso ou previstas (SC42): a escolha de uma região para desdobramento da BLB implica na proposta de uma EPS para servi-la, que normalmente se constitui no prolongamento de uma via já em uso ou para qual o escalão apoiador já planejou as atividades de transporte. Assim, ao se analisar a localização de uma base sob esse aspecto, deve-se ter em mente que ela será tanto mais adequada se não aumentar os encargos do escalão apoiador, principalmente em relação aos cuidados em relação à EPS, tais como o aumento da distância a ser percorrida, melhorias nas condições de trafegabilidade e necessidade de reconhecimentos mais detalhados (BRASIL, 2015).



Do exposto, apresenta-se a Figura 2, onde se visualiza os fatores e aspectos utilizados neste artigo, selecionados pelo grupo decisor.

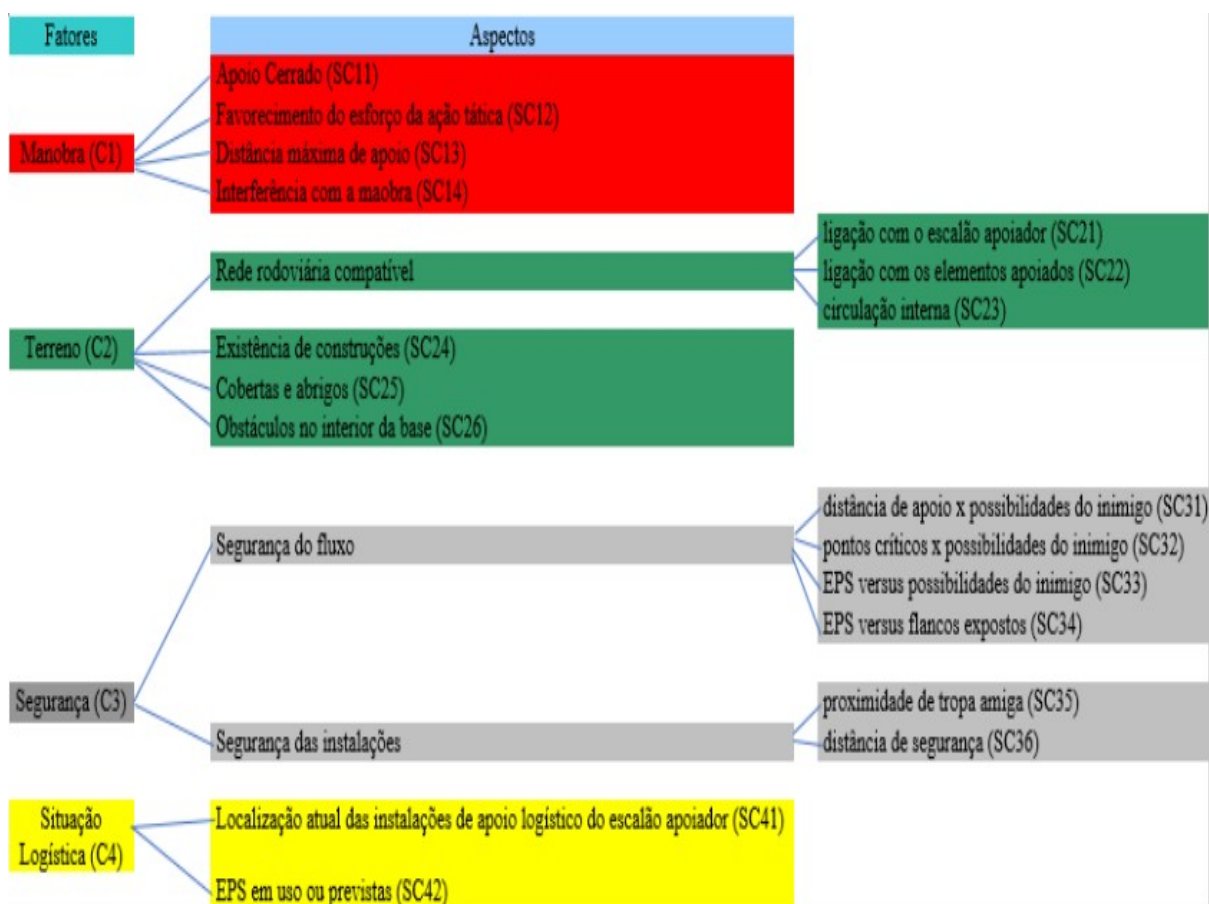


Figura 2: Fatores para localização de BLB utilizados no estudo de caso.

Fonte: Adaptado de Silva et al. (2013)

2.2 O ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP)

O AHP é uma abordagem para a tomada de decisão, projetada para lidar tanto com o racional quanto com o intuitivo de forma a selecionar o melhor de uma série de alternativas avaliadas em relação a vários critérios. Nesse processo, o decisor executa simples julgamentos de comparação em pares que são usados para desenvolver prioridades gerais para classificar as alternativas. Além disso, o AHP é capaz de avaliar a consistência nos julgamentos, evitando incoerências no processo decisório (SAATY; VARGAS, 2001).

Desde seu desenvolvimento, o AHP foi extensivamente estudado, sendo, atualmente, aplicado para a tomada de decisão em diversos cenários complexos, em que pessoas trabalham em conjunto para tomar decisões e onde percepções humanas, julgamentos e consequências possuem repercussão de longo prazo (BHUSHAN; RAI, 2004).

Quanto ao emprego desse método no campo militar, Saaty (1991) comenta que a teoria em que se baseia o AHP foi desenvolvida para solucionar um problema específico de planejamento de contingência para o Departamento de Defesa dos EUA e, logo após, a maturidade aplicativa da teoria deu-se ao projetar futuros alternativos para transportes no Sudão, em 1973.



Desde então, Gomes (2009) afirma que são vastas as aplicações do AHP na área de defesa e estudos de conflitos armados, controle de armas e desarmamento, antiterrorismo, investimentos em tecnologia de retorno incerto, seleção de escolas, até na distribuição de recursos conforme a prioridade para amplas questões de governo e problemas internacionais. Ou seja, as aplicações militares e estratégicas são comprovadas e inúmeras (GOMES, 2009).

Assim, na resolução de um problema que envolve múltiplos fatores, chega-se à seguinte indagação: todos os fatores e subfatores têm a mesma importância para o processo decisório? Qual a importância relativa de cada um deles? Como hierarquizá-los? Para responder à esses questionamentos, é possível utilizar o AHP, por meio da observação das seguintes etapas:

- Estruturação hierárquica do problema de decisão: uma estrutura hierárquica é uma forma que nos ajuda a pensar sobre em que consiste o problema, e nos oferece um guia conceitual para resolver o problema. Resumidamente, uma hierarquia é a nossa concepção lógica de um problema que o reduz a elementos essenciais (SAATY, 2013). No processo de estruturar um sistema hierarquicamente, primeiramente é preciso definir o objetivo ou meta para decisão do problema no nível mais elevado; em seguida, selecionar os critérios que influenciam na consecução desse objetivo ou meta e, por fim, estabelecer o nível inferior para escolha, podendo ser as alternativas, ações, consequências, cenários ou políticas a serem escolhidos (SAATY, 2013). Em síntese, a Figura 3, a seguir, apresenta um exemplo de hierarquização de critérios e alternativas.

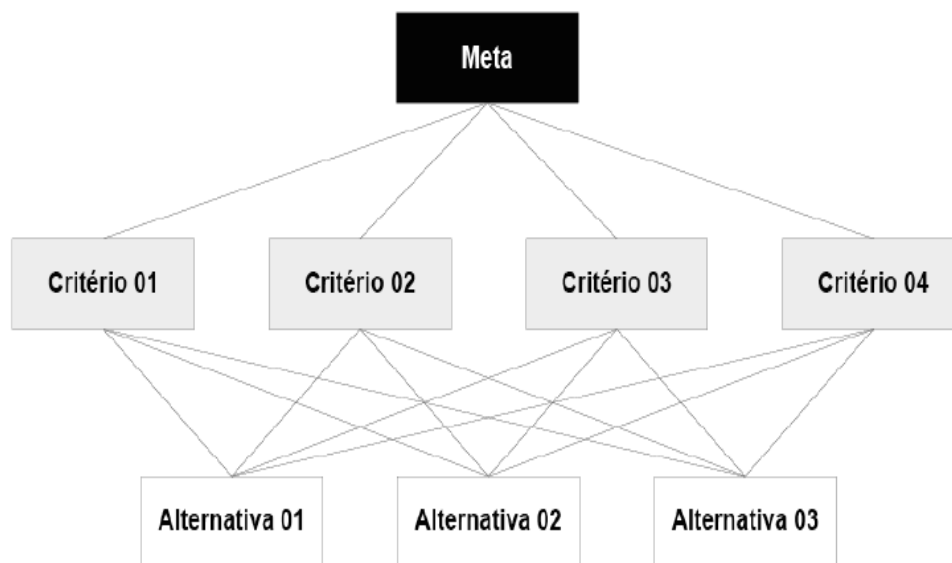


Figura 3: Exemplo de hierarquia de critérios e alternativas.
Fonte: Vargas (2010, p. 6)

A partir do momento em que essa hierarquia lógica é construída, os tomadores de decisão avaliam sistematicamente as alternativas por meio da comparação, par a par, dentro de cada um dos critérios. Essa comparação pode utilizar dados concretos das alternativas ou julgamentos humanos como forma de informação subjacente (VARGAS, 2010).

Para isso, é utilizada a Escala Fundamental de Saaty (SAATY; VARGAS, 2001), que atribui valores que variam entre 1 a 9, determinando a importância relativa de um (a) fator/critério/alternativa sobre outro (a), conforme apresentado na Tabela 1.



Tabela 1: Escala fundamental de Saaty.

ESCALA	AVALIAÇÃO NUMÉRICA	RECÍPROCO
Extremamente preferido	9	1/9
Muito forte a extremo	8	1/8
Muito fortemente preferido	7	1/7
Forte a muito forte	6	1/6
Fortemente preferido	5	1/5
Moderado a forte	4	1/4
Moderadamente preferido	3	1/3
Igual a moderado	2	1/2
Igualmente preferido	1	1

Fonte: Saaty e Vargas (2001, p. 6)

Na execução das comparações paritárias, Viera e Álvares (2017, p. 194) mencionam que consoante ao AHP, é recomendável que sejam usados nas comparações preferencialmente os valores ímpares, o que possibilita uma melhor distinção dos níveis de preferência entre os diferentes critérios. Em contrapartida, os valores pares ficam reservados para os casos em que não há consenso entre os avaliadores, sendo necessário negociar a solução intermediária entre opiniões divergentes.

- Solução: Nos problemas multicritério, como já demonstrado no tópico anterior, o agente de decisão pode considerar alguns critérios menos ou mais importantes do que os demais. Gomes e Gomes (2014) mencionam que as medidas que expressam a importância relativa entre os critérios são denominadas pesos dos critérios. Os autores afirmam ainda, que o conjunto de pesos atribuídos aos diferentes critérios denomina-se vetor de pesos, sendo a matriz de decisão, juntamente com o vetor de pesos, toda a informação necessária, em princípio, para resolução dos problemas multicritério.

- Verificação da consistência: Na elaboração do Teorema 1, Saaty (1993) disserta que sendo a_{ij} o valor obtido da comparação par a par do elemento i com o elemento j , a matriz formada por esses valores é a matriz A , onde $A = (a_{ij})$ é tal que $a_{ji} = 1/a_{ij}$, na qual se os juízos fossem perfeitos, em todas as comparações seria possível verificar que $a_{ij} \times a_{jk} = a_{ik}$ para qualquer i, j, k . Portanto, segundo esse procedimento, a matriz A seria consistente.

Desta forma, sendo n o número de elementos a serem comparados, λ_{Max} o Autovetor da matriz A e w o vetor de prioridades, caso os juízos emitidos pelo decisor sejam perfeitamente consistentes, têm-se $\lambda_{\text{Max}} = n$ e $a_{ij} = w_i / w_j$. Como prova se A é consistente, utiliza-se a relação $\mu = (\lambda_{\text{Max}} - n) / (n - 1)$, onde μ é o índice de consistência (CI), λ_{Max} é o Autovalor e n é o número de critérios considerados na priorização. Conforme Saaty (1993), o CI deverá apresentar um valor menor que 0,1.

- Agregação das prioridades e escolha final: A última etapa da aplicação do método agrega as prioridades relativas dos vários níveis hierárquicos com o intuito de produzir um vetor de prioridades compostas que servirá como prioridade das alternativas de decisão na busca do principal objetivo do problema. Em termos operacionais, são geradas outras matrizes de comparações para cada uma das alternativas de decisão do nível $i + 1$ com relação a todos os critérios de nível i . Posteriormente, o decisor deve agregar as prioridades resultantes com as



prioridades encontradas no nível i de modo a obter a melhor decisão para o objetivo do problema (GOMES, 2009).

De forma simplificada, os passos realizados anteriormente devem ser realizados em todos os níveis da hierarquia proposta para solução do problema - critérios, subcritérios e alternativas - chegando-se ao vetor de priorização em cada um desses níveis. Por fim, será possível obter uma “pontuação” para cada alternativa, possibilitando à equipe de tomada de decisão verificar a melhor possibilidade de escolha.

3. ESTUDO DE CASO

O estudo de caso apresentado foi centrado no estudo clássico de operação defensiva, realizado pela equipe de instrutores de Logística da EsAO, escola de tática do EB. Na situação do estudo, uma Brigada está realizando uma operação defensiva, com o objetivo de garantir o controle e a posse de uma área, até que seja possível reunir meios para passar à ofensiva. Neste contexto, o Comandante do B Log deve realizar seu planejamento para apoiar as tropas dessa Brigada.

Para isso, foi constituído um grupo decisor, representando o Estado-Maior do B Log, que realizará a análise de logística juntamente com seu Comandante. Assim, reuniu-se oficiais especialistas do EB, que já cursaram a EsAO, sendo portanto, conhecedores do “estado da arte” da DMT.

Durante a análise de logística, foram levantadas 4 possíveis áreas onde poderiam ser desdobradas a BLB, apresentadas na Figura 4. Para isso, foram utilizados os fatores e aspectos já apresentados na Figura 2. Sendo assim, o objetivo ou meta da análise foi o de escolher a melhor área para desdobrar a BLB. As possíveis BLB foram denominadas BLB1, BLB2, BLB3 e BLB4.

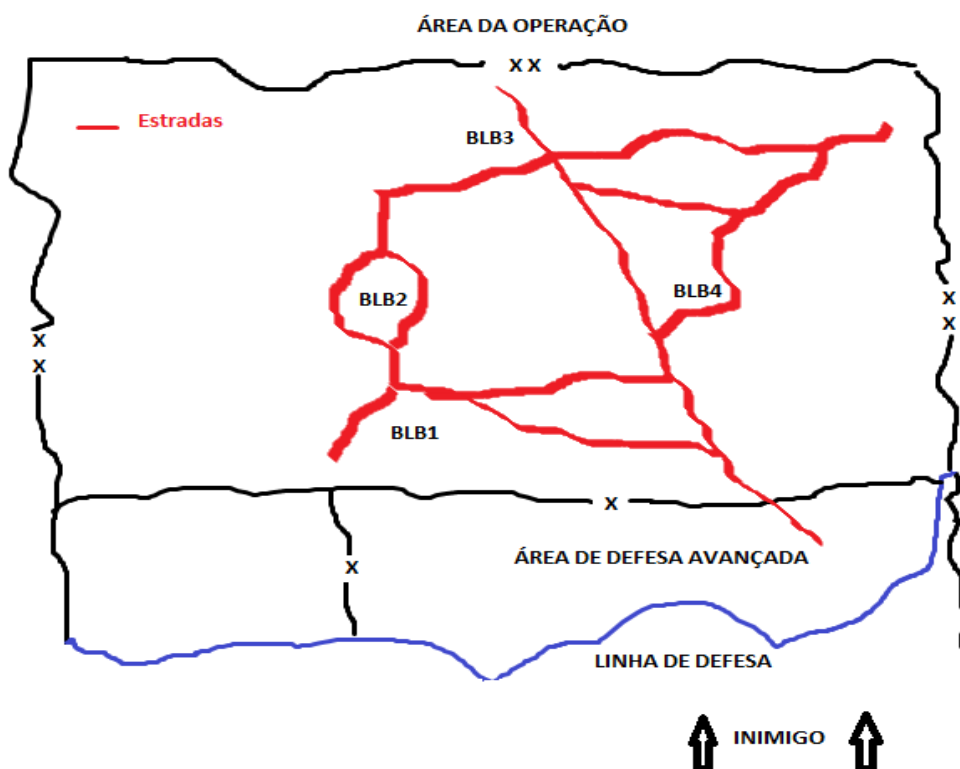


Figura 4: Croqui da área de operações
Fonte: Os autores



Conseqüentemente, passou-se à execução das etapas do AHP, por meio do preenchimento de matrizes de comparação paritárias dos fatores ou critérios de primeiro nível, conforme a prioridade estabelecida pelo grupo decisor. Assim, chegou-se aos pesos relativos dos fatores, constante na Tabela 2.

Tabela 2: Matriz de comparação paritária dos fatores.

Fatores	Manobra	Terreno	Segurança	Situação Logística
Manobra	1	5	3	3
Terreno	0,2	1	0,333333333	1
Segurança	0,333333333 3	3	1	4
Situação Logística	0,333333333 3	1	0,25	1

Fonte: Os autores

Para interpretar e dar os pesos relativos a cada critério, foi necessário calcular o vetor de prioridades (W_i). Para isso, calculou-se o autovetor de forma aproximada usando de cada linha da matriz de comparação paritária normalizada. Por fim, dividiu-se o valor G de cada linha pelo somatório de G de todas as linhas. Dessa forma, chegou-se aos valores apresentados pela Tabela 3.

Tabela 3: Média geométrica da matriz normalizada e vetor de prioridades dos fatores.

Fatores	G	W_i	% dos pesos
Manobra	2,590020064	0,512910672	51,29%
Terreno	0,508132748	0,100627294	10,06%
Segurança	1,414213562	0,280061625	28,01%
Situação Logística	0,537284966	0,106400409	10,64%
Soma	5,049651341	1	100,00%

Fonte: Os autores

Assim, percebe-se que, de acordo com a análise do grupo decisor, o fator manobra é o preponderante para seleção da área a ser desdobrada a BLB do estudo de caso em tela, sendo o fator terreno o de menor preponderância.

Finalizando a análise dos fatores de primeiro grau, verificou-se as inconsistências dos dados.

Ordem	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49	1,52	1,54	1,56	1,58	1,59

Quadro 1: Valores do índice de inconsistência randômico.

Fonte: Adaptado de Saaty (2013)

Com base em Saaty (2013) e nos valores apresentados na Figura 5, calculou-se a taxa de consistência (CR) para a matriz de comparação paritária dos fatores, por meio da razão $CR = CI/RI$, onde CI corresponde ao índice de consistência e RI é um índice aleatório. Dessa forma, quanto maior for o valor de CR, maior é a inconsistência dos dados da matriz de comparações paritárias. Simplificando, Saaty (1991) afirma ser desejável que o valor encontrado para o CR seja menor que 0,1 para que o grau de consistências seja satisfatório, caso contrário o método deve ser revisto.



Desta forma, os resultados disponíveis na Tabela 4 mostram que os julgamentos apresentados pelo grupo decisor são considerados consistentes.

Tabela 4: Autovalor máximo (λ_{Max}), CI e CR da matriz de comparação paritária dos fatores.

Autovalor máximo (λ_{Max})	4,204925652
CI	0,068308551
CR	0,076751181

Fonte: Os autores

Por conseguinte, os pesos dos fatores de segundo nível da hierarquia foram calculados. Para isso, foram realizados os mesmos procedimentos apresentados aos fatores de primeiro nível. A seguir, são apresentados o vetor de prioridades, λ_{Max} , CI e CR dos fatores de segundo nível.

Tabela 5: W_i , λ_{Max} , CI e CR dos fatores de segundo nível referentes ao fator Manobra.

Sub-fatores	G	W_i	% dos pesos
SC11	3,201085873	0,572707598	57,27%
SC12	0,312393994	0,055890539	5,59%
SC13	0,759835686	0,135942517	13,59%
SC14	1,316074013	0,235459346	23,55%
Total	5,589389565	1	100,00%
	λ_{Max}	4,203697079	
	CI	0,067899026	
	CR	0,076291041	

Fonte: Os autores

Do exposto na Tabela 5, pode-se inferir que para o grupo decisor, o aspecto Apoio cerrado (SC11) é o que apresenta maior relevância para análise de decisão para seleção da BLB, consoante o fator Manobra (C1).

Tabela 6: W_i , λ_{Max} , CI e CR dos fatores de segundo nível referentes ao fator Terreno.

Sub-fatores	G	W_i	% dos pesos
SC21	3,883431837	0,426316675	42,63%
SC22	2,755262679	0,302468145	30,25%
SC23	1,042775322	0,114474137	11,45%
SC24	0,723020026	0,079371933	7,94%
SC25	0,367139288	0,040303939	4,03%
SC26	0,337636486	0,037065171	3,71%
Total	9,109265638	1	100,00%
	λ_{Max}	6,146281501	
	CI	0,0292563	
	CR	0,02340504	

Fonte: Os autores

Quanto ao fator Terreno (C2), conforme exposto pela Tabela 6, para o grupo decisor, segundo esse fator, o aspecto trafegabilidade das vias que assegurem ligações com o escalão apoiador (SC21) é preponderante para análise de decisão para seleção da BLB. Além disso,



destaca-se o aspecto trafegabilidade das vias que assegurem ligações com o escalão apoiador, também foi apresentado com certa relevância pelo grupo decisor.

Tabela 7: W_i , λ_{Max} , CI e CR dos fatores de segundo nível referentes ao fator Segurança.

Sub-fatores	G	W_i	% dos pesos
SC31	3,511560959	0,444476478	44,45%
SC32	1,590691044	0,201342013	20,13%
SC33	1,102923569	0,139602755	13,96%
SC34	0,764724491	0,096795144	9,68%
SC35	0,530230348	0,067114004	6,71%
SC36	0,400312318	0,050669606	5,07%
Total	7,90044273	1	100,00%
	λ_{Max}	6,065574554	
	CI	0,013114911	
	CR	0,010491929	

Fonte: Os autores

Para o fator Segurança (C3), de acordo com os dados contidos na Tabela 7, é possível verificar que o aspecto distância de apoio versus possibilidades do inimigo (SC31), para o grupo decisor, é o preponderante para seleção da BLB.

Tabela 8: W_i dos fatores de segundo nível referentes ao fator Situação Logística.

Sub-fatores	G	W_i	% dos pesos
SC41	2,645751311	0,875	87,50%
SC42	0,377964473	0,125	12,50%
Total	3,023715784	1	100,00%

Fonte: Os autores

E, conforme a Tabela 8, para o mesmo grupo decisor, o aspecto Localização atual das instalações de apoio logístico do escalão apoiador (SC41) é o que apresenta maior relevância para análise de decisão para seleção da BLB, consoante o fator Situação Logística (C4).

Com base nos valores de CR apresentados, é possível perceber que os julgamentos do grupo decisor foram consistentes. Destaca-se ainda que, após essa etapa, foi possível saber quais os fatores de segundo nível têm maior relevância para o processo decisório, segundo a avaliação dos decisores.

Após estruturada a árvore de decisão com os pesos dos fatores de primeiro e segundo níveis, analisou-se como cada possível área de desdobramento da BLB se encaixa nos critérios estabelecidos. Para isso, da mesma forma que foi realizada a priorização dos fatores de primeiro e segundo níveis, as possíveis áreas são comparadas aos pares dentro de cada um dos fatores de segundo nível estabelecidos.

As possíveis BLB analisadas são BLB1, BLB2, BLB3 e BLB4 e, a seguir, são apresentados os vetores decisão dessas possíveis linhas de ação de acordo com os fatores de segundo nível.



Tabela 9: Wi das linhas de ação de acordo com os fatores de segundo nível do fator Manobra.

	SC11	SC12	SC13	SC14
BLB1	27,94%	27,94%	6,98%	4,65%
BLB2	19,12%	19,12%	4,03%	16,91%
BLB3	21,36%	21,36%	30,03%	16,91%
BLB4	31,58%	31,58%	58,97%	61,52%
SOMA	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Fonte: Os autores

De acordo com a Tabela 9, a BLB4 apresentou a maior prioridade em relação aos quatro fatores de segundo nível do fator Manobra (C1).

Tabela 10: Wi das linhas de ação de acordo com os fatores de segundo nível do fator Terreno.

	SC21	SC22	SC23	SC24	SC25	SC26
BLB1	4,97%	4,97%	15,84%	28,84%	51,04%	7,97%
BLB2	11,56%	11,56%	27,43%	6,55%	18,83%	40,61%
BLB3	28,12%	28,12%	51,68%	14,65%	6,70%	35,74%
BLB4	55,35%	55,35%	5,04%	49,95%	23,44%	15,68%
SOMA	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Fonte: Os autores

Por sua vez, conforme a Tabela 10, a BLB4 apresentou a maior prioridade em relação aos fatores de segundo nível trafegabilidade das vias que assegurem ligações com o escalão apoiador (SC21), trafegabilidade das vias que assegurem ligações com o escalão apoiado (SC22) e Existência de construções (SC24). Por outro lado, a BLB3 apresentou a maior prioridade em relação ao fator de segundo nível Circulação Interna (SC23). Para a BLB2, a maior prioridade foi em relação ao fator de segundo nível Obstáculos no interior da base (SC26). E, por fim, para a BLB1, a maior prioridade foi em relação ao fator de segundo nível Cobertas e abrigos (SC25).

Tabela 11: Wi das linhas de ação de acordo com os fatores de segundo nível do fator Segurança.

	SC31	SC32	SC33	SC34	SC35	SC36
BLB1	21,49%	29,92%	53,24%	12,59%	28,84%	19,23%
BLB2	31,40%	22,44%	27,05%	7,27%	6,55%	27,88%
BLB3	28,10%	20,71%	11,90%	24,77%	14,65%	30,77%
BLB4	19,01%	26,93%	7,81%	55,38%	49,95%	22,12%
SOMA	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Fonte: Os autores

De acordo com a Tabela 11, a BLB4 apresentou a maior prioridade em relação aos fatores de segundo nível EPS versus flancos expostos (SC34) e proximidade de tropa amiga (SC35). Por outro lado, a BLB3 apresentou a maior prioridade em relação ao fator de segundo nível distância de segurança (SC36). Para a BLB2, a maior prioridade foi em relação ao fator de segundo nível distância de apoio versus possibilidades do inimigo (SC31). E, por fim, para a BLB1, a maior prioridade foi em relação aos fatores de segundo nível pontos críticos versus possibilidades do inimigo (SC32) e estrada principal de suprimento (EPS) versus possibilidades do inimigo (SC33).



Tabela 12: Wi das linhas de ação de acordo com os fatores de segundo nível do fator Situação Logística.

	SC31	SC32
BLB1	5,31%	5,80%
BLB2	12,59%	14,11%
BLB3	61,87%	52,32%
BLB4	20,23%	27,77%
SOMA	100,00%	100,00%

Fonte: Os autores

Por fim, de acordo com a Tabela 12, a BLB3 apresentou a maior prioridade em relação aos dois fatores de segundo nível do fator Situação Logística.

Destaca-se que os julgamentos realizados pelo grupo decisor, envolvendo as alternativas (BLB1, BLB2, BLB3 e BLB4) em relação aos fatores de segundo nível, foram consistentes, com $CR < 0,1$.

Em seguida, foi feita a análise de todas as avaliações das linhas de ação com todos os fatores de segundo nível, chegando-se à prioridade final de cada possível área de desdobramento da BLB. Logo, a prioridade final é determinada pelo somatório dos produtos entre o peso de prioridade da linha de ação e o peso dos fatores de primeiro e segundo níveis. Na Tabela 13 é apresentado o Vetor Decisão final com as linhas de ação classificadas em ordem de prioridade.

Tabela 13: Resultado final para as prioridades das linhas de ação levantadas.

LINHAS DE AÇÃO	VETOR DECISÃO	CONCLUSÃO
BLB1	0,192407217	3
BLB2	0,182387122	4
BLB3	0,26930424	2
BLB4	0,355901421	1

Fonte: Os autores

Por fim, observando os resultados, verificou-se que a melhor opção para o desdobramento dos meios logísticos da Brigada seria a região da BLB4.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo objetivou realizar o estudo de localização de uma Base Logística de Brigada, por meio do método AHP, em conformidade com os fatores e sub-fatores preconizados na DMT. Assim, a aplicação do AHP no estudo de caso realizado visou dar suporte ao grupo decisor, no sentido de selecionar a área mais apropriada para desdobrar a BLB.

Após o levantamento das possíveis linhas de ação, passou-se a realizar a comparação entre elas, buscando evidenciar a preponderância de um ou mais fatores sobre os demais, a importância relativa de um ou mais fatores em face do tipo de operação que se realiza, a excessiva vantagem ou desvantagem de determinado aspecto e a diretriz do comandante.

Dessa forma, das linhas de ação levantadas, após os julgamentos proferidos pela equipe de decisão, chegou-se à conclusão de que a área mais adequada é a BLB4.

Portanto, conclui-se que o método AHP apresentou-se capaz de operacionalizar as demandas requeridas para tomada de decisão de escolha da área mais adequada ao



desdobramento de uma BLB em apoio à operação do estudo de caso, servindo, para esta situação, como ferramenta no auxílio à tomada de decisão.

6. REFERÊNCIAS

- BHUSHAN, N.; RAI, K.** Strategic Decision Making: Applying the Analytic Hierarchy Process. New York: Springer, 2004.
- BRASIL.** Exército. EB20-MC-10.204: Logística. 3. ed. Brasília, DF, 2004.
- BRASIL.** _____. NCD 01/2015: A logística nas operações. Rio de Janeiro, RJ, 2015.
- BRUYNE, P. de; HERMAN, J.; SCHOUTHEETE, M. de.** Dinâmica da pesquisa em ciências sociais: os pólos da prática metodológica. Rio de Janeiro: F. Alves, 1977.
- GIL, A. C.** Métodos e técnicas em pesquisa social. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- GOMES, K. G. A.** Um método multicritério para localização de unidades celulares de intendência da FAB. 2009. 150 f. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2009.
- GOMES, L. F. A. M.; ARAYA, M. C. G.; CARIGNANO, C.** Tomada de decisões em cenários complexos: introdução aos métodos discretos do apoio multicritério à decisão. São Paulo: Cenage learnig, 2011.
- GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S.** Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2014.
- SAATY, T. L.** Mathematical principals of decision making: the complete theory of the analytic hierarchy process. Pittsburgh, RWS Publications, 2013.
- SAATY, T. L.** Método de Análise Hierárquica. São Paulo: McGraw-Hill, Makron Books, 1991.
- SAATY, T. L.** What is relative measurement? The ratio scale Phantom. Matematical and computational modelling, v. 17, p, 1-12, 1993.
- SAATY, T. L.; VARGAS, L. G.** Models, methods, concepts & applications of the analytic hierachy process. 1. ed. New York, USA: Springer science, 2001.
- SILVA, C.A.; RANGEL, L.A.D.; NEVES, T.A.; GOMES, L.F.A.M.** Utilização do método multicritério TODIM-FSE para classificação de Base Logística de Brigada. Simpósio de Pesquisa Operacional e Logística da Marinha. Disponível em:
<<https://www.marinha.mil.br/spolm/sites/www.marinha.mil.br/spolm/files/126482.pdf>> Acesso em 5 de maio 2018.
- VARGAS, R.** Utilizando a programação multicritério (AHP) para selecionar e priorizar projetos na gestão de portfólio. PMI Global Congress, Washington, DC, EUA, 2010.
- VIEIRA, A. L.; ÁLVARES, J. G.** Acordos de compensação tecnológica (Offset). Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2017.