

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE- FURG
CURSO DE GESTÃO EM OPERAÇÕES E LOGÍSTICA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

NOME COMPLETO: THAINER DAMACENO CUNHA
TÍTULO: MÉTODOS MULTICRITÉRIOS DE APOIO À DECISÃO PARA
A ATRIBUIÇÃO DE TAREFA TÁTICA DA ARTILHARIA EM
OPERAÇÕES TERRESTRES OFENSIVAS DE CARÁTER NAVAL

PÓS-GRADUAÇÃO *LATO SENSU*

RIO DE JANEIRO, RJ
2022

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO E APROVAÇÃO

AUTOR THAINER DAMACENO CUNHA

TÍTULO: Métodos multicritérios de apoio à decisão para a atribuição de tarefa tática da Artilharia de Campanha em Operações Terrestres ofensivas de caráter naval.

Autorizo que o presente artigo científico apresentado ao Curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* da FURG, como requisito parcial para obtenção do certificado de Especialista em Gestão de Operações e Logística, e aprovado pelos professores responsáveis pela orientação e sua aprovação, seja utilizado para pesquisas acadêmicas de outros participantes deste ou de outros cursos, a fim de aprimorar o ambiente acadêmico e a discussão entorno das temáticas aqui propostas.

TÍTULO: Métodos multicritérios de apoio à decisão para a atribuição de tarefa tática da artilharia de campanha em Operações Terrestres ofensivas de caráter naval.

AUTOR: THAINER DAMACENO CUNHA

ORIENTADOR: PROF. DR. ANDRÉ ANDRADE LONGARAY

RESUMO

No contexto do emprego das armas de apoio de fogo, em especial meios de artilharia, faz-se necessário organizar a Artilharia para o combate, atribuir situação de comando e tarefa tática de forma eficiente, a fim de otimizar suas capacidades nas diferentes situações que possam se apresentar e de acordo com a idéia de manobra prevista. Desta forma, este artigo terá como objetivo empregar o Método de Análise Hierárquica (AHP - *Analytic Hierarchy Process*), criado pelo professor Thomas L. Saaty em 1980, para, à luz dos fundamentos da artilharia (controle centralizado ao máximo possível, apoio de fogo adequado aos elementos de manobra, prioridade de fogos para o ataque principal, apoio de fogo disponível com o qual o comandante possa influir na manobra e facilitar as operações futuras) apresentar uma solução para o problema decisório de escolher qual a tarefa tática mais indicada para o emprego da artilharia em operações ofensivas de caráter naval.

PALAVRAS-CHAVE: Método de Análise Hierárquica (AHP). Artilharia. Tarefas táticas.

TÍTULO DO TCC: Métodos multicritérios de apoio à decisão para a atribuição de tarefa tática da artilharia de campanha em operações terrestres ofensivas de caráter naval.

Thainer Damaceno Cunha

Declaro que sou autor(a)¹ deste Trabalho de Conclusão de Curso. Declaro também que o mesmo foi por mim elaborado e integralmente redigido, não tendo sido copiado ou extraído, seja parcial ou integralmente, de forma ilícita de nenhuma fonte além daquelas públicas consultadas e corretamente referenciadas ao longo do trabalho ou daqueles cujos dados resultaram de investigações empíricas por mim realizadas para fins de produção deste trabalho.

Assim, declaro, demonstrando minha plena consciência dos seus efeitos civis, penais e administrativos, e assumindo total responsabilidade caso se configure o crime de plágio ou violação aos direitos autorais. (Consulte a 3ª Cláusula, § 4º, do Contrato de Prestação de Serviços).

RESUMO - No contexto do emprego das armas de apoio de fogo, em especial meios de artilharia, faz-se necessário organizar a Artilharia para o combate, atribuir situação de comando e tarefa tática de forma eficiente, a fim de otimizar suas capacidades nas diferentes situações que possam se apresentar e de acordo com a idéia de manobra prevista. Desta forma, este artigo terá como objetivo empregar o Método de Análise Hierárquica (AHP - *Analytic Hierarchy Process*), criado pelo professor Thomas L. Saaty em 1980, para, à luz dos fundamentos da artilharia (controle centralizado ao máximo possível, apoio de fogo adequado aos elementos de manobra, prioridade de fogos para o ataque principal, apoio de fogo disponível com o qual o comandante possa influir na manobra e facilitar as operações futuras) apresentar uma solução para o problema decisório de escolher qual a tarefa tática mais indicada para o emprego da artilharia em operações ofensivas de caráter naval.

PALAVRAS-CHAVE: Método de Análise Hierárquica (AHP). Artilharia. Tarefas táticas.

1. Introdução

As capacidades das armas de artilharia, inegavelmente, contribuem de maneira significativa no que tange ao apoio de fogo por ocasião das Operações Ofensivas, uma vez que podem causar o desequilíbrio no combate.

Em apoio às tais Operações, as tarefas gerais da artilharia são: apoiar os elementos de manobra, com fogos sobre os escalões avançados do inimigo; realizar fogos de contra-bateria dentro do alcance de suas armas; e aprofundar o combate, pela aplicação de fogos sobre instalações de Comando, Controle e Logísticas, sobre as tropas em reserva e outros alvos situados na área de influência da força.

Nesse contexto, é fundamental um profundo planejamento e estudo acerca das possibilidades da utilização dos meios nobres de Artilharia e, para que o ciclo OODA (Observar, orientar, decidir e agir) gire de forma mais rápida e eficaz, surge a necessidade de que o agente decisor, tenha ferramentas úteis e disponíveis para tomar a melhor decisão, o que influenciará diretamente no sucesso da campanha.

O método de multicritério de apoio a decisão, inserido na matéria de Pesquisa Operacional, inicialmente empregada na Segunda Guerra Mundial, consiste numa técnica para solucionar problemas que possuem diversos objetivos frequentemente conflitantes, com várias ações possíveis, dúvidas, diferentes fases, e muitos indivíduos afetados pela decisão.

Este artigo abordará sobre o problema decisório da escolha mais vantajosa de emprego da artilharia numa operação ofensiva.

Desta forma, será possível decidir qual a melhor tarefa tática atribuída à Artilharia à luz dos cinco fundamentos da artilharia (controle centralizado ao máximo possível, apoio de fogo adequado aos elementos de manobra, prioridade de fogos para o ataque principal, apoio de fogo disponível com o qual o comandante possa influir na manobra e facilitar as operações futuras) e concluir o grau de preferência que o decisor poderá adotar para as tarefas táticas, visando a melhor maneira de se realizar o apoio de fogo, utilizando todas as capacidades que cada tarefa pode proporcionar.

Para atingir tal objetivo, será utilizada uma abordagem do método de análise hierárquica (AHP) sobre o problema decisório apresentado e contará com a análise de um oficial com experiência na área de artilharia, como autor deste trabalho, para

realizar as ponderações necessárias ao estabelecimento dos pesos relativos dos critérios apresentados.

2. Desenvolvimento

2.1. Fundamentação teórica

Nesta seção será apresentada uma rápida explanação sobre o Método de Análise Hierárquica (AHP) e sobre o Manual de Artilharia de Fuzileiros Navais que serão os alicerces teóricos deste artigo.

2.1.1. Método de Análise Hierárquica

Diante do problema decisório apresentado, será utilizado como ferramenta de pesquisa operacional, o método de análise hierárquica - AHP (*Analytic Hierarchy Process*) que segundo SAATY (1990) é a decomposição e síntese de relações entre critérios para se atingir uma priorização entre os indicadores, de forma a se aproximar de uma resposta única de desempenho. Essa decomposição busca uma melhor compreensão e avaliação do problema.

Essa teoria tem como ideia principal fazer a análise dos critérios através de uma sequência de comparações aos pares. Assim, será realizada uma análise dois a dois entre os fundamentos da artilharia (controle centralizado ao máximo possível, apoio de fogo adequado aos elementos de manobra, prioridade de fogos para o ataque principal, apoio de fogo disponível com o qual o comandante possa influir na manobra e facilitar as operações futuras) de maneira a estabelecer pesos relativos para destacar as diferenças entre os critérios e seu grau de influência no resultado final.

2.1.2. Manual de Artilharia de Fuzileiros Navais

Tal manual é destinado especificamente para nortear o emprego tático da artilharia no Corpo de Fuzileiros Navais (CFN), quando as características das áreas de operações forem favoráveis ao seu emprego. Sendo assim, a respeito dos aspectos doutrinários para a utilização da artilharia, esse manual fundamentará as

decisões que eventualmente serão tomadas, no tocante ao apoio de fogo de artilharia.

2.1.3. Tarefas táticas

As tarefas táticas indicam a responsabilidade do apoio de fogo atribuída a um elemento de artilharia. Essas tarefas são atribuídas pelo comandante da força apoiada, por proposta do comandante do elemento de artilharia em apoio. (Manual de artilharia) e não interferem na estrutura da organizacional da artilharia, nem nas relações de comando. As tarefas táticas padronizadas são: apoio geral, apoio direto, Reforço de fogos, Ação de conjunto – reforço de fogos, ação de conjunto.

2.1.4. Responsabilidade de apoio de fogo

As responsabilidades de uma unidade de artilharia quanto ao apoio de fogo referem-se a: zona de fogos, envio de observadores avançados, ligação, comunicações, atendimento de pedidos de tiro, planejamento de fogos e mudanças de posição.

QUADRO DE RESPONSABILIDADE DE APOIO DE FOGO							
TAREFA TÁTICA	ATENDE AOS PEDIDOS DE TIRO NA SEQUINTE PRIORIDADE	ESTABELECE LIGAÇÕES COM	ESTABELECE COMUNICAÇÕES COM	TEM COMO ZONA DE FOGOS	FORNECE OBSERVADORES AVANÇADOS	OCUPA POSIÇÃO QUANDO	TEM SEUS FOGOS PLANEJADOS
APOIO DIRETO ApDto	1) Unidade apoiada 2) Observadores orgânicos 3) Escalão Superior da Artilharia	Unidade apoiada (até escalão Btl)	Unidade apoiada	Zona de ação da unidade apoiada	Para cada elemento de valor Cia da Unidade apoiada	-Cmte elementos de Art. julgar necessário -Ordenado pelo Esc.Sup. da Art (*) -Ordenado pelo Cmdo da Força	Elabora seu próprio Plano de fogos
REFORÇO DE FOGOS Ref F	1) Unidade reforçada 2) Observadores orgânicos 3) Escalão Superior da Artilharia	Unidade reforçada		Zona de fogos da Unidade reforçada	A pedido da unidade reforçada	-Pela Unidade reforçada ou como determinada pelo escalão superior da Artilharia	Pela Unidade reforçada
AÇÃO DE CONJUNTO AçCj	1) Escalão Superior da Artilharia	Na há necessidades específicas		Zona de ação da Unidade apoiada	Na há necessidades específicas	Pelo escalão Superior da Artilharia	
AÇÃO DE CONJUNTO REFORÇO DE FOGOS AçCj / Ref F	1) Escalão Superior da Artilharia 2) Unidade reforçada 3) Observadores orgânicos	Unidade reforçada		Zona de ação da Unidade apoiada, incluindo a Zona de Fogos da Unidade reforçada	A pedido da unidade reforçada, porém após aprovada pelo Escalão Superior da Artilharia	Pelo Escalão Superior da Artilharia ou pela Unidade reforçada após a aprovação do Escalão Superior da Artilharia	Pelo Escalão Superior da Artilharia
APOIO GERAL Ap G	1) Unidade apoiada 2) Observadores orgânicos 3) Escalão Superior da Artilharia	Unidade apoiada (até escalão Btl)	Na há necessidades específicas	Zona de ação da Unidade apoiada	Para cada elemento de valor Cia da Unidade apoiada	-Cmte elemento da Art. Julgar necessário. -Ordenado pelo Cmdo da Força	Elabora seu próprio Plano de fogos

(*) Somente em ForDtg com valor DivFuz

Figura 1 – Quadro de responsabilidade de apoio de fogo (Manual de Artilharia de Fuzileiros Navais, 2020).

2.2. Estruturação do problema

Segundo o Manual de Apoio de Fogo de Fuzileiros Navais (2020), para se organizar a Artilharia para o combate, ou seja, atribuir tarefa tática e situação de comando, de modo a assegurar que a Força de Desembarque e cada elemento de manobra da força recebam o apoio de fogo necessário ao cumprimento de suas missões, os fundamentos da organização para o combate devem ser considerados, pois são fatores condicionantes.

Portanto, o problema decisório consiste em selecionar, dentro das características e suas peculiaridades, a melhor forma de emprego para o apoio de artilharia, que será chamada de emprego ótimo, à luz dos fundamentos da organização para o combate (controle centralizado ao máximo possível, apoio de fogo adequado aos elementos de manobra, prioridade de fogos para o ataque principal, apoio de fogo disponível com o qual o comandante possa influir na manobra e facilitar as operações futuras) tendo como alternativas as tarefas táticas.

2.3. Modelagem - Método AHP

2.3.1. Construção da hierarquia de decisão

De acordo com o modelo AHP, a análise possuirá a seguinte estrutura de construção da hierarquia de decisão (figura 2):

- Objetivo: Emprego ótimo;
- Critérios: Fundamentos da Artilharia (controle centralizado ao máximo possível, apoio de fogo adequado aos elementos de manobra, prioridade de fogos para o ataque principal, apoio de fogo disponível com o qual o comandante possa influir na manobra e facilitar as operações futuras);
- Alternativas: Apoio Direto, Reforço de Fogos, Ação de Conjunto, Ação de Conjunto-Reforço de Fogos, Apoio Geral.

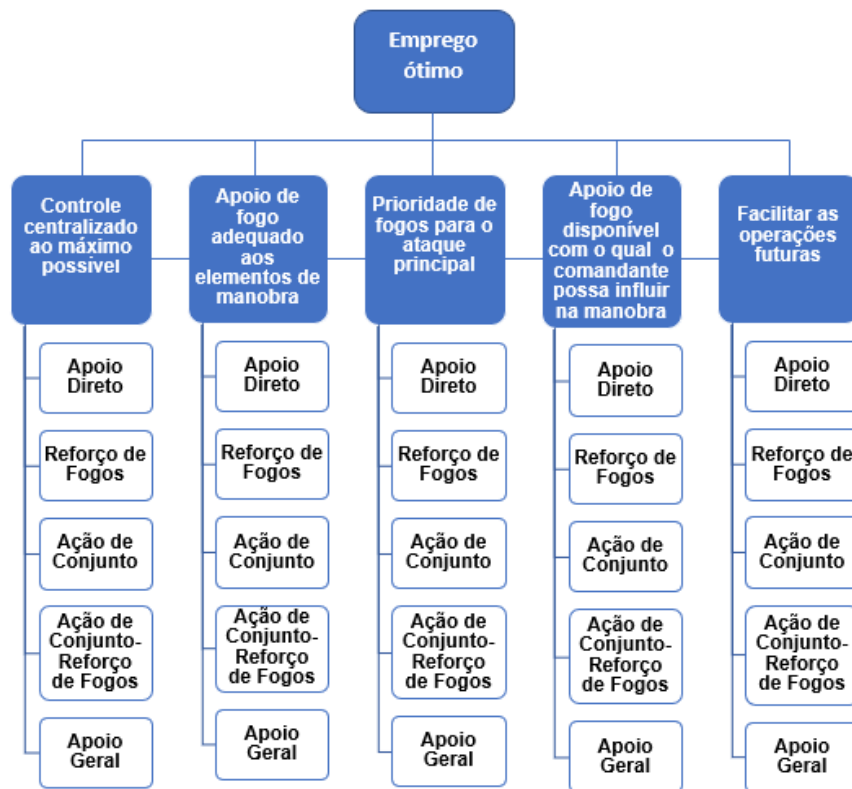


Figura 2 - Construção da hierarquia de decisão.

2.3.2. Comparação entre os elementos da hierarquia

Nesta etapa, estabeleceremos uma ordem de prioridade entre os critérios analisados a partir de uma escala de nove fatores (tabela 1), definida por SAATY (1980) como Escala Fundamental. A comparação em pares entre os critérios será expressa na forma de uma matriz de comparação.

1	Igual importância	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância pequena de uma sobre a outra	A experiência e o juízo favorecem uma atividade em relação à outra
5	Importância grande ou essencial	A experiência ou juízo favorece fortemente uma atividade em relação à outra
7	Importância muito grande ou demonstrada	Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação à outra. Pode ser demonstrada na prática.
9	Importância absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação à outra, com o mais alto grau de segurança.
2,4,6,8	Valores Intermediários	Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições

Tabela 1 - Escala Fundamental (Adaptado de SAATY, 1980)

Para estabelecermos os pesos relativos entre os critérios analisados, consideraremos uma situação hipotética em que o decisor tem como tarefa atribuir tarefa tática à Artilharia, de forma que os meios apoiem pelo fogo toda a Zona de Ação da melhor maneira possível, em um ataque coordenado para conquistar algum objetivo militar, onde as distâncias entre as Unidades estejam dentro do alcance das comunicações e que haja vias que possibilitem a logística dentro da Zona de Ação, com um Inimigo forte e poder de combate elevado.

a) Controle centralizado ao máximo possível x Apoio de fogo adequado aos elementos de manobra

Em uma ação ofensiva, já que se detém a iniciativa das ações, um menor grau de centralização do controle é aceitável, e considerando que o inimigo é forte, pode caracterizar uma necessidade adicional de apoio de fogo. Dessa forma, como o apoio de fogo adequado aos elementos de manobra possui uma pequena vantagem em relação ao controle centralizado, adotaremos a relação de 1/2.

b) Controle centralizado ao máximo possível x prioridade de fogos para o ataque principal

A fim de conquistar o objetivo militar, poderia ser priorizado fogos para os elementos de manobra que cumpririam essa tarefa, porém, as distâncias possibilitam o controle centralizado para um melhor emprego e atendimento aos pedidos de tiro, caracterizando flexibilidade. Assim, o controle centralizado apresenta uma leve vantagem em relação à prioridade de fogos para o ataque principal, apresentando uma relação de 1/2.

c) Controle centralizado ao máximo possível x Apoio de fogo disponível com o qual o comandante possa influir na manobra

A centralização possibilita o mais elevado grau de influência do comandante da manobra. E, como no caso hipotético não foi apresentado a disponibilidade de armas com maiores calibres e alcances que poderiam ser utilizados, o controle centralizado ao máximo possível leva uma vantagem sobre o apoio de fogo disponível com o qual o comandante possa influir na manobra, com uma relação de 1/3.

d) Controle centralizado ao máximo possível x Facilitar as operações futuras

O controle centralizado permite seu emprego com flexibilidade, facilita o emasamento dos fogos e assegura um apoio eficaz à força como um todo e a cada um de seus elementos de manobra. No nosso caso, não existe ordem de alerta para novas tarefas para a artilharia. Portanto, a centralização apresenta vantagem sobre facilitar as operações futuras, sendo uma relação de 1/4.

e) Apoio de fogo adequado aos elementos de manobra x prioridade de fogos para o ataque principal

De acordo com as características da tarefa, constituição e zona de ação na situação exposta, o apoio de fogo adequado leva vantagem sobre a prioridade de fogos, com a relação de 1/3.

f) Apoio de fogo adequado aos elementos de manobra x Apoio de fogo disponível com o qual o comandante possa influir na manobra

Na ação ofensiva considerada, havendo a necessidade de apoio de fogo adicional, e observando que a artilharia se encontra em posição de apoiar todas as unidades, o apoio de fogo adequado aos elementos de manobra tem vantagem sobre o apoio de fogo disponível para o comandante, com isso a relação de 1/4.

g) Apoio de fogo adequado aos elementos de manobra x facilitar as operações futuras

Para o cumprimento de suas tarefas os elementos de manobra podem necessitar de apoio de fogo adicional, e para que as operações futuras fossem facilitadas, deveria haver uma ordem de alerta ou uma reorganização para o combate. Por isso, o apoio de fogo adequado aos elementos de manobra leva uma vantagem em relação a facilitar as operações futuras em 1/4.

h) Prioridade de fogos para o ataque principal x Apoio de fogo disponível com o qual o comandante possa influir na manobra

Diante da situação particular apresentada, o ataque principal se apresenta com maior necessidade do apoio de fogo e, por isso, leva vantagem sobre o apoio de fogo disponível com o qual o comandante possa influir na manobra, sendo uma relação de 1/2.

i) Prioridade de fogos para o ataque principal x Facilitar as operações futuras

Um inimigo forte e de poder de combate elevado pode demandar uma prioridade de fogos para o ataque principal, o que é mais relevante que considerar a utilização do apoio de fogo para facilitar as operações futuras. Com isso, a relação é de 1/2.

j) Apoio de fogo disponível com o qual o comandante possa influir na manobra x Facilitar as operações futuras

Na situação apresentada, é mais desejado que o comandante tenha disponíveis meios para influir na manobra, mantendo comando e controle sobre a Artilharia. Por isso, tem uma pequena vantagem sobre facilitar as operações futuras, com relação 1/2.

Consequentemente, obtêm-se a seguinte matriz de comparação entre critérios expressa pela matriz 1 abaixo:

	Controle centralizado ao máximo possível	Apoio de fogo adequado aos elementos de manobra	Prioridade de fogos para o ataque principal	Apoio de fogo disponível com o qual o comandante possa influir na manobra	Facilitar as operações futuras
Controle centralizado ao máximo possível	1	1/2	2/1	3/1	4/1
Apoio de fogo adequado aos elementos de manobra	2/1	1	3/1	4/1	4/1
Prioridade de fogos para o ataque principal	1/2	1/3	1	2/1	2/1
Apoio de fogo disponível com o qual o comandante possa influir na manobra	1/3	1/4	1/2	1	2/1
Facilitar as operações futuras	1/4	1/4	1/2	1/2	1

Matriz 1 - Matriz de comparação entre critérios

2.3.3. Prioridade relativa de cada critério

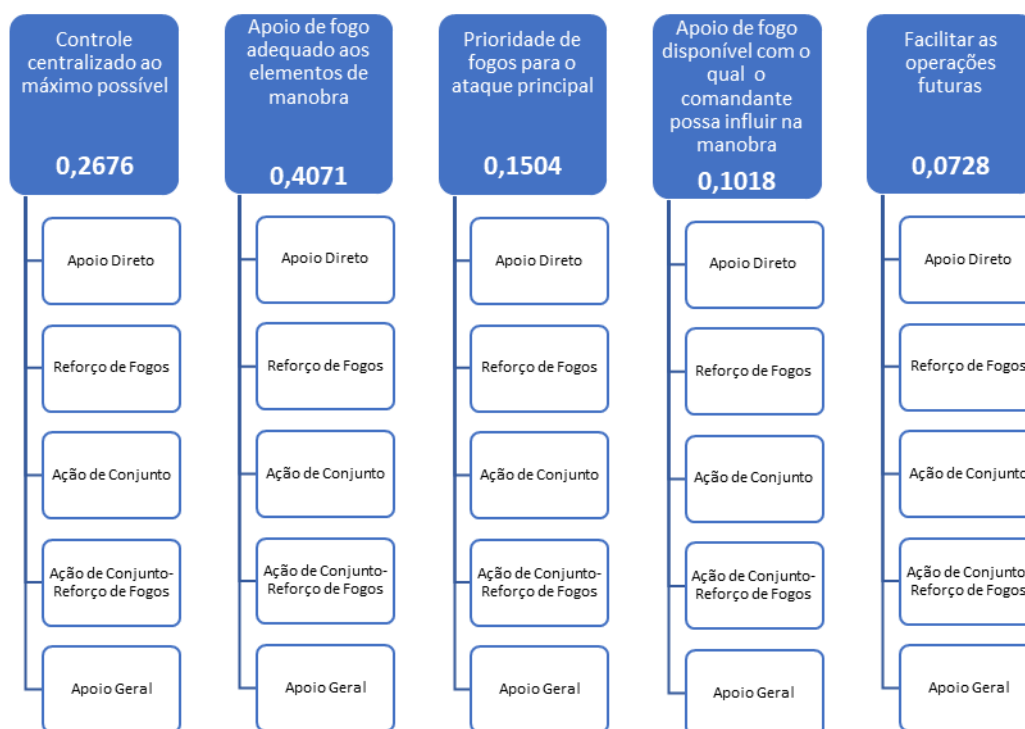
De forma a realizar o cálculo da prioridade entre os critérios, foi realizada a normalização da tabela de comparação. Após a normalização, é possível obter o vetor de prioridade de cada critério expresso pela média aritmética de cada linha da matriz normalizada, conforme a matriz 2 abaixo:

	Controle centralizado ao máximo possível	Apoio de fogo adequado aos elementos de manobra	Prioridade de fogos para o ataque principal	Apoio de fogo disponível com o qual o comandante possa influir na manobra	Facilitar as operações futuras	Prioridade relativa
Controle centralizado ao	12/49	6/28	4/14	6/21	4/13	0,2676

máximo possível						
Apoio de fogo adequado aos elementos de manobra	24/49	12/28	6/14	8/21	4/13	0,4071
Prioridade de fogos para o ataque principal	6/49	4/28	2/14	4/21	2/13	0,1504
Apoio de fogo disponível com o qual o comandante possa influir na manobra	4/49	3/28	1/14	2/21	2/13	0,1018
Facilitar as operações futuras	3/49	3/28	1/14	1/21	1/13	0,0728

Matriz 2 - Matriz normalizada dos critérios

Após os resultados obtidos, observa-se que o fator apoio de fogo adequado aos elementos de manobra obtém maior grau de prioridade relativa, seguido pelo fator controle centralizado ao máximo possível, prioridade de fogos para o ataque principal, apoio de fogo disponível com o qual o comandante possa influir na manobra e, por último, o fator facilitar as operações futuras. Assim, compilando os resultados obtem-se as matrizes de comparação, vetor de prioridade e hierarquia de decisão com seus respectivos pesos conforme a figura 3.



Matriz de comparação

$$\begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 2/1 & 3/1 & 4/1 \\ 2/1 & 1 & 3/1 & 4/1 & 4/1 \\ 1/2 & 1/3 & 1 & 2/1 & 2/1 \\ 1/3 & 1/4 & 1/2 & 1 & 2/1 \\ 1/4 & 1/4 & 1/2 & 1/2 & 1 \end{bmatrix}$$

Vetor de prioridade

$$\begin{bmatrix} 0,2676 \\ 0,4071 \\ 0,1504 \\ 0,1018 \\ 0,0728 \end{bmatrix}$$

Figura 3 - Resultados matriz de comparação, vetor de prioridade e hierarquia de decisão.

2.3.4. Avaliação da consistência das prioridades relativas

Segundo HELDER (2002), poderá haver inconsistências nos julgamentos realizados entre os pares de critérios, mesmo que estes estejam baseados na experiência e conhecimento de profissionais da área.

As avaliações do método AHP consistem em calcular a razão de consistência (RC) para medir o nível de consistência dos julgamentos adotados nas etapas anteriores. Assim, se o RC é superior a 0,1 os julgamentos serão considerados não confiáveis.

Para se calcular a RC é necessário obter o maior valor da matriz A, denominado λ_{Max} , que é obtido através da equação abaixo:

$$Aw = \lambda_{\text{max}} \times w$$

Através da multiplicação de matrizes, obteremos que $\lambda_{\text{max}} = 5,0919$. Então deve-se calcular o Índice de consistência (IC) para se chegar a RC. O IC é expresso

$$IC = \frac{\lambda_{\text{max}} - n}{n - 1}$$

pela seguinte fórmula: , onde n é o número de critérios. Então,

$$RC = \frac{IC}{IR}$$

é possível concluir que $IC=0,0229$. Logo, obtendo-se pela fórmula , onde o valor de IR para matrizes de ordem 3 é de 1,12, é possível calcular que $RC=0,0205$.

Finalmente, como o valor de RC é menor que 0,1, conclui-se que os valores das prioridades relativas estão consistentes.

2.3.5. Construção da matriz de comparação para cada critério consideradas as alternativas

De forma a observar a grau de importância relativa entre as alternativas que compõe a estrutura do problema, as comparações necessárias para a

construção da matriz de comparação, bem como para a determinação da prioridade relativa de cada critério, serão realizadas novamente.

Logo, após realizadas as análises necessárias tendo como base os aspectos doutrinários para o emprego da Artilharia, segundo o Manual de Artilharia de Fuzileiros Navais (2020), conclui-se as prioridades relativas conforme as matrizes normalizadas abaixo:

Matriz 3 - Matriz de comparação, critério Controle centralizado ao máximo possível

	Apoio Direto	Reforço de fogos	Ação de Conjunto	Ação de Conjunto-Reforço de fogos	Apoio Geral	Prioridade relativa
Apoio Direto	6/57	2/11	2/19	2/24	2/19	0,1161
Reforço de fogos	3/57	1/11	2/19	2/24	2/19	0,0874
Ação de Conjunto	18/57	3/11	6/19	8/24	6/19	0,3106
Ação de Conjunto-Reforço de fogos	12/57	2/11	3/19	4/24	3/19	0,1749
Apoio Geral	18/57	3/11	6/19	8/24	6/19	0,3106

Matriz 4 - Matriz de comparação, critério Apoio de fogo adequado aos elementos de manobra

	Apoio Direto	Reforço de fogos	Ação de Conjunto	Ação de Conjunto-Reforço de fogos	Apoio Geral	Prioridade relativa

Apoio Direto	6/19	6/19	6/17	4/12	3/10	0,3235
Reforço de fogos	6/19	6/19	6/17	4/12	3/10	0,3235
Ação de Conjunto	2/19	2/19	2/17	1/12	1/10	0,1022
Ação de Conjunto-Reforço de fogos	3/19	3/19	1/17	2/12	2/10	0,1482
Apoio Geral	2/19	2/19	2/17	1/12	1/10	0,1022

Matriz 5 - Matriz de comparação, critério Prioridade de fogos para o ataque principal

	Apoio Direto	Reforço de fogos	Ação de Conjunto	Ação de Conjunto-Reforço de fogos	Apoio Geral	Prioridade relativa
Apoio Direto	6/19	6/19	6/17	4/12	3/10	0,3235
Reforço de fogos	6/19	6/19	6/17	4/12	3/10	0,3235
Ação de Conjunto	2/19	2/19	2/17	1/12	1/10	0,1022
Ação de Conjunto-Reforço de fogos	3/19	3/19	1/17	2/12	2/10	0,1482
Apoio Geral	2/19	2/19	2/17	1/12	1/10	0,1022

Matriz 6 - Matriz de comparação, critério Apoio de fogo disponível com o qual o comandante possa influir na manobra

	Apoio	Reforço	Ação de	Ação de	Apoio	Prioridade
--	-------	---------	---------	---------	-------	------------

	Direto	de fogos	Conjunto	Conjunto- Reforço de fogos	Geral	relativa
Apoio Direto	1/10	1/10	2/19	1/12	2/19	0,0987
Reforço de fogos	1/10	1/10	2/19	1/12	2/19	0,0987
Ação de Conjunto	3/10	3/10	6/19	4/12	6/19	0,3129
Ação de Conjunto- Reforço de fogos	2/10	2/10	3/19	2/12	3/19	0,1764
Apoio Geral	3/10	3/10	6/19	4/12	6/19	0,3129

Matriz 7 - Matriz de comparação, critério facilitar operações futuras

	Apoio Direto	Reforço de fogos	Ação de Conjunto	Ação de Conjunto- Reforço de fogos	Apoio Geral	Prioridade relativa
Apoio Direto	6/19	6/19	6/17	4/12	3/10	0,3235
Reforço de fogos	6/19	6/19	6/17	4/12	3/10	0,3235
Ação de Conjunto	2/19	2/19	2/17	1/12	1/10	0,1022
Ação de Conjunto- Reforço de fogos	3/19	3/19	1/17	2/12	2/10	0,1482
Apoio Geral	2/19	2/19	2/17	1/12	1/10	0,1022

Com isso, resulta-se na distribuição abaixo, com os respectivos valores relativos à luz das alternativas em relação a cada critério:

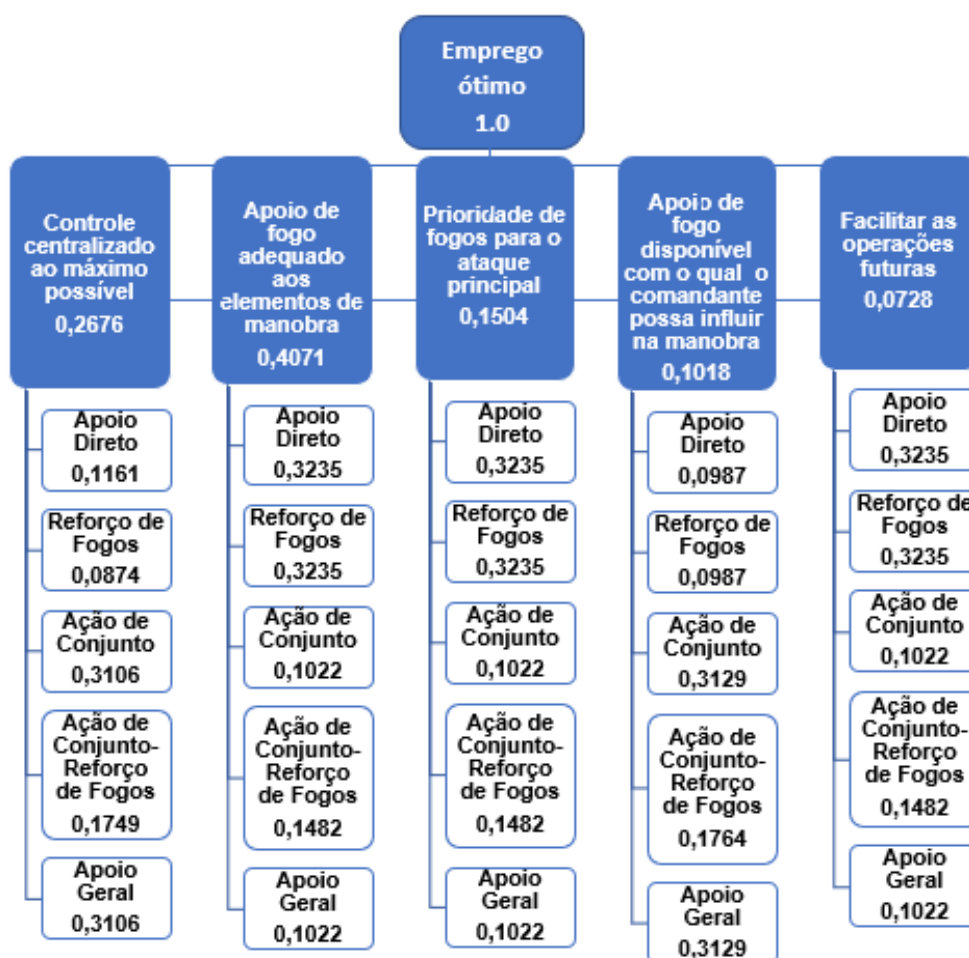


Figura 4 - Matriz hierarquia da decisão ponderada.

2.3.6. Obtenção da prioridade composta para as alternativas

Para a obtenção das prioridades compostas conforme o método AHP, é necessário realizar a multiplicação da matriz das alternativas pela matriz dos critérios, de acordo com o cálculo a seguir:

$$\begin{bmatrix} 0,1161 & 0,3235 & 0,3235 & 0,0987 & 0,3235 \\ 0,0874 & 0,3235 & 0,3235 & 0,0987 & 0,3235 \\ 0,3106 & 0,1022 & 0,1022 & 0,3129 & 0,1022 \\ 0,1749 & 0,1482 & 0,1482 & 0,1764 & 0,1482 \\ 0,3106 & 0,1022 & 0,1022 & 0,3129 & 0,1022 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0,2676 \\ 0,4071 \\ 0,1504 \\ 0,1018 \\ 0,0728 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,2450 \\ 0,2373 \\ 0,1793 \\ 0,1581 \\ 0,1793 \end{bmatrix}$$

2.3.7. Resultados obtidos

Haja vista os cálculos realizados acerca dos fundamentos da artilharia (controle centralizado ao máximo possível, apoio de fogo adequado aos elementos de manobra, prioridade de fogos para o ataque principal, apoio de fogo disponível com o qual o comandante possa influir na manobra e facilitar as operações futuras) e, por conseguinte, mediante ponderação das alternativas em relação a cada um destes fatores, conclui-se que a alternativa mais indicada, com índice de prioridade relativa de 24,50%, é a de atribuir a tarefa tática de Apoio Direto.

3. Considerações finais

O presente artigo desenvolveu o problema decisório acerca da atribuição de tarefa tática para a Artilharia em Operações terrestres ofensivas de caráter naval, para prestar o apoio de fogo da melhor maneira possível e contribuir para o cumprimento da missão. Para isso, foi utilizado o método multicritério de apoio à decisão denominado Método de Análise Hierárquica (AHP), em que foi efetuada uma hierarquização e, após isso, uma priorização dos critérios obtendo-se o ranking final de prioridade das alternativas, onde a tarefa tática Apoio Direto demonstrou o melhor índice (24,50%).

Cabe ressaltar que as análises relacionadas à comparação entre critérios, que deram origem aos seus posteriores pesos, foram baseadas na experiência e

opiniões próprias de um oficial que serviu por 5 anos no Batalhão de Artilharia de Fuzileiros Navais.

Por fim, salienta-se que os fatos apresentados por este artigo não limitam os estudos para a decisão da melhor tarefa tática que pode ser atribuída à Artilharia para que seja prestado o melhor apoio de fogo possível.

4. Referências

BRASIL. MARINHA. CORPO DE FUZILEIROS NAVAIS. COMANDO GERAL. CGCFN- 50.2: MANUAL DE ARTILHARIA DE CAMPANHA DE FUZILEIROS NAVAIS, 2020.

COSTA, H. INTRODUÇÃO AO MÉTODO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA. Análise multicritério aplicada à problemas de ordenação, priorização e classificação, Niterói, Maio 2002.

LONGARAY, A. Notas de aula do Curso de métodos multicritérios. Rio de Janeiro: CApA-CFN CIASC, 2022

SAATY, T. L. How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process. European Journal of Operational Research, 9-26, Pittsburgh, 1990.

SAATY, T.L. The Analytic Hierarchy Process. McGraw-Hill, New York, 1980.