

## UMA ABORDAGEM MULTICRITÉRIO PARA SELEÇÃO DE UM NAVIO DE GUERRA DE MÉDIO PORTE A SER CONSTRUÍDO NO BRASIL

Marcos dos Santos (Brazilian Navy & UFF)

marcosdossantos\_doutorado\_uff@yahoo.com.br

Carlos Francisco Simões Gomes (Universidade Federal Fluminense - UFF)

cfsg1@bol.com.br

Altina Silva Oliveira (Universidade Federal Fluminense - UFF)

altinaoliveira@id.uff.br

Helder Gomes Costa (Universidade Federal Fluminense – UFF)

hgc@latec.uff.br

### RESUMO

O objetivo desse artigo é fundamentar a escolha de um navio de médio porte, no caso, 2.000 a 3.000 toneladas, a ser construído no Brasil, apresentando as opções de maneira hierarquizada. Dentre as inúmeras ferramentas do Apoio Multicritério à Decisão (AMD), será utilizado o método AHP. Os critérios serão elencados e os seus respectivos pesos serão atribuídos à luz da Estratégia Nacional de Defesa (END), do Programa Estratégico da Marinha e de entrevistas realizadas com Oficiais da Marinha do Brasil com mais de vinte anos de carreira. Para elencar os critérios foi utilizada a técnica do incidente crítico. A utilização do método AHP na escolha da unidade a ser construída apresenta-se como uma forma transparente e com viés claramente científico para que a sociedade brasileira tenha a percepção de que foi feita a melhor opção dentre os três modelos de navios apresentados.

Palavras-chave: Apoio Multicritério à Decisão (AMD); *Analytic Hierarchy Process* (AHP); Navios; Marinha do Brasil.

Tópicos: ADM – Apoio à Decisão Multicritério

### ABSTRACT

This paper aims to support the choice of a medium-sized ship, ie, 2,000 to 3,000 tonnes, to be built in Brazil, with the hierarchical way options. Among the many tools of Multicriteria Decision Aiding (MCDA), the AHP method is used. The criteria will be listed and their respective amounts will be allocated based on the National Defense Strategy (END), the Strategic Program of the Navy and interviews with officers of the Navy of Brazil. To list the criteria, the technique of critical incident was used. The application of AHP in selecting the unit to be built is presented as a transparent and clearly bias scientific way so that Brazilian society has the perception that the best option of the three models presented ships was made.

Key-works: Multicriteria Decision Aiding (MCDA); *Analytic Hierarchy Process* (AHP); Ships; Brazil's navy.

Paper Topics: AMD- Multicriteria Decision Support

## 1. Introdução

A Estratégia Nacional de Defesa prevê que a Política de Ciência, Tecnologia e Inovação para a Defesa Nacional tem como propósito estimular o desenvolvimento científico e tecnológico e a inovação de interesse para a defesa nacional. Isso ocorrerá por meio de um planejamento nacional para desenvolvimento de produtos de alto conteúdo tecnológico, com envolvimento coordenado das instituições científicas e tecnológica (ICT) civis e militares, da indústria e da universidade, com a definição de áreas prioritárias e suas respectivas tecnologias de interesse e a criação de instrumentos de fomento à pesquisa de materiais, equipamentos e sistemas de emprego de defesa ou dual, de forma a viabilizar uma vanguarda tecnológica e operacional pautada na mobilidade estratégica, na flexibilidade e na capacidade de dissuadir ou de surpreender. Dentro deste escopo, a despeito de outras dificuldades políticas e/ou financeiras, a Marinha Brasileira (MB) vem tentando desenvolver os seus próprios meios navais com tecnologia própria.

A partir do referencial abordado em Vogt (2013), este trabalho busca compreender o desafio da construção ou compra de novos navios para a esquadra brasileira através de seis passos: (1) Análise das principais características técnicas operacionais dos três navios. (2) Definição da ferramenta de modelagem matemática a ser utilizada. (3) Entrevista com oficiais da MB com mais de vinte anos de experiência operacional com o propósito de elencar os critérios pertinentes para a escolha do navio mais adequado à necessidade da Marinha do Brasil, bem como estabelecer os pesos Inter critérios. (4) Estruturação do problema na forma de mapa mental a partir do conceito estabelecido pelos especialistas que são conhecedores do processo de operação e manutenção de navios de guerra. (5) Definição dos critérios finais para a escolha do navio. (6) Aplicação do modelo de decisão.

O Apoio Multicritério à Decisão (AMD) foi utilizado com o intuito de identificar os critérios relevantes (BRIOZO & MUNETTI, 2015), buscando elicitando estas informações das agentes decisores, que serão em última instância os utilizadores do navio escolhido (Carmo et al, 2013). Existe também um aspecto compensatório quando se compara navios de guerra aonde uma característica deficitária deve ser compensada por outra. Este fato justificou a escolha do método compensatório (Corrente et al, 2016)(Dongo, Saaty, 2014).

O método AHP (SAATY & VARGAS, 1991) sendo hierárquico está dentro da cultura militar, sendo o mesmo muito utilizado em problemas de engenharia, e em problemática militar, tal fato justifica o uso do método (HO, 2008) (ISHIZAKA & LABIB, 2011)(KLUCZECK & GLADYSZ, 2015)(SUBRAMANIAN, & RAMANATHAN, 2012)

Este artigo é composto de uma Introdução, seguido da Descrição e Modelagem do Problema, na terceira parte os resultados são apresentados e discutidos, e finalmente as Considerações Finais.

## 2 Descrição e Modelagem do Problema

O artigo 142 da Constituição Federal, do Brasil, de 1988, estabelece a destinação das Forças Armadas (FA) no Brasil: “As FA, constituídas pela Marinha, pelo Exército e pela Aeronáutica, são instituições nacionais permanentes e regulares, organizadas com base na hierarquia e na disciplina, sob a autoridade suprema do Presidente da República e destinam-se à defesa da Pátria, à garantia dos poderes constitucionais e, por iniciativa de qualquer destes, da lei e da ordem.

Alinhada a essa destinação, a Marinha do Brasil (MB) tomou para si a seguinte missão: “Preparar e empregar o Poder Naval, a fim de contribuir para a defesa da Pátria. Estar pronta para atuar na garantia dos poderes constitucionais e, por iniciativa de qualquer destes, da lei e da ordem; atuar em ações sob a égide de organismos internacionais e em apoio à política externa do País; e cumprir as atribuições subsidiárias previstas em Lei, com ênfase naquelas relacionadas à Autoridade Marítima, a fim de contribuir para a salvaguarda dos interesses nacionais”.

O Brasil possui vários motivos para não descuidar do aprestamento de sua Força Naval. Entre os principais estão a dependência de seu comércio marítimo e a necessidade crescente de proteger seus recursos nas Águas Jurisdicionais Brasileiras (AJB) e a preocupação de manter sua posição estratégica perante as forças navais dos outros países da região. Portanto, a tarefa que

vem compondo a missão da MB há mais de 25 anos permanece válida e preponderante. Essa tarefa implica atuação do Poder Naval nas águas interiores e em todo o mar, desde a linha de costa até onde houver interesses do país.

A MB deve dispor de 18 navios escoltas, englobando fragatas, corvetas e contratorpedeiros, de modo a permitir a formação de dois grupos-tarefa: um de escolta cerrada a um corpo principal; e outro, para a defesa afastada do tipo Grupo de Ação de Superfície. Os navios escoltas devem possuir capacidade antissubmarino, anti-superfície e antiaérea de defesa de ponto (disponibilidade de mísseis). Devem ter capacidade de transportar, abastecer, operar e manter helicópteros, com capacidade para atacar alvos de superfície e submarinos, além de realizar operações de esclarecimento. A partir do número acima, deve ser examinada a alternativa que melhor satisfaça o repletamento do número de escoltas, por navios construídos no País, a exemplo da Corveta Barroso. Desde a última década do século XX o orçamento disponibilizado pelo Governo Federal tem ficado aquém do valor necessário para atender às necessidades da MB, impossibilitando a alocação dos créditos necessários e suficientes à operação, à manutenção e ao reaparelhamento. As FA, especialmente a MB, têm sofrido restrições orçamentárias que resultam no não atendimento das necessidades mínimas da Força Naval, acarretando a redução da capacidade operacional e a acumulação de demandas de diversas ordens.

O fato é que o contexto orçamentário vem causando efeitos negativos diversos, entre os quais: a redução da manutenção, a diminuição dos estoques de peças sobressalentes e a perda de capacitação e de mão-de-obra. A consequência natural é a degradação do aprestamento dos meios navais. Consequentemente reduz-se a capacidade da MB de atuar na proteção dos campos marítimos de produção de petróleo e gás natural, no combate à poluição marinha por navios, no apoio à prevenção da pesca irregular e na fiscalização de outros ilícitos no mar e águas interiores.

Caso essa situação persista, poderá ser comprometido, inclusive, o atendimento às missões de socorro e salvamento, com o País deixando de cumprir importantes compromissos internacionais, como a Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar. Cumpre ressaltar que o processo de obsolescência e envelhecimento do poder naval brasileiro se agrava ano a ano, gerando demandas que se acumulam. A se manter essa tendência, prevê-se a retirada do serviço ativo até 2025, de cerca de 87% dos navios da Marinha hoje existentes.

Dentro deste contexto pouco favorável, no ano de 1994 a MB iniciou a construção da Corveta Barroso, figura 1, no Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro (AMRJ).

Figura 1: Corveta Barroso



Fonte: <http://www.defesaareanaval.com.br/>

Um navio de médio porte, de 2.500 toneladas, que foi lançada ao mar apenas em 2008, ou seja, decorridos 14 anos do início dos trabalhos. Esse hiato temporal faz com que ela seja um navio novo, mas não moderno. Hoje, com a necessidade da construção de novos navios para a Esquadra Brasileira, a MB se vê diante de um novo desafio, qual seja: replicar o modelo da atual Corveta Barroso, construir um navio levemente modernizado (corveta de 2.600 toneladas) ou construir um modelo com modernizações mais significativas (corveta com 3.000 toneladas), ilustrado na Figura 2. A Tabela 1 a seguir, resume as principais características técnicas-operacionais dos três navios

Figura 2: Corveta Barroso – modelo modificado



Tabela 1 – Comparação dos dados das três corvetas

Características	Comparação		
	Barroso (*) Configuração 1	CV-2600 Configuração 2	CV-3000 Configuração 3
L over-all (m)	103,4	115,00	118,00
L water-line (m)	96,30	105,00	108,00
B water-line (m)	11,40	13,00	13,50
B max (m)	Flare 7,5° : 12,70	15,00	15,50
T (m)	4,00	4,00	4,30
D (m)	6,75	8,70	9,00
L/B (wl)	8,45	8,08	8,00
Lwl / D	14,27	12,07	12,00
T/D	0,59	0,49	0,48
Cb	0,53	0,48	0,48
Cp Long.	0,67	0,622	0,622
Peso leve	1710	1.815	2.030
Peso leve + Res.Proj. (ton)	1.813	1.924	2.152
DWT (tons)	418	589	728
Desloc. Máx. (tons)	2.231	2.513	2.880
Desl.Máx. + S LA (tons)	2.388	2.690	3.085
B/D	1,69	1,494	1,500
S plano d'água (m2)	1.029	1.057	1.133
Seção mestra (m2)	36,12	40,14	44,82
GM (m)	1,70	1,68	1,68
Troll (seg)	6,97	7,99	8,3
Tpitch (seg)	5,19	5,40	5,48
S área molhada (m2)	1.215	1.348	1.463
Propulsão (modo)	(**)Codog/Codad	Codad/Codoe	Codad/Codoe
PB max (MW)	Veloc 15Kts : 1,994	22,03	23,79
Raio de ação (n.m.)/15	4.000	9.330	10.660
Raio de ação (n.m.)/18	xxxx	7.070	8.011
Fuel endurance (dias)/15	11	26	30
Fuel endurance (dias)/18	xxxx	16	19
Autonomia (dias)	(***) 30	25	35
Tripulação (pessoas)	150	100+20	100+20
Velocidade máx. (nós)	27	28	28
SLR Vmax	1,415	1,405	1,386
Nº de Froude	0,452	0,449	0,442
Hélice ( dia/rmp/28kts)	xxxx	3,50 m/5 pás/285 RPM	3,50 m/ 5 pás/ 292 RPM
Geração Elétrica (KW)	2.600	3.240KW + 408 KW	3.240 KW + 408 KW
Canhão principal	BA e 114 mm MK	Oto Melara 76mm Sp 2x Befors 40mm MK-	Oto Melara 76mm Sp
Canhão secundário	Befors 40mm MK-3	4	2x Befors 40mm MK-4
Metralhadoras			

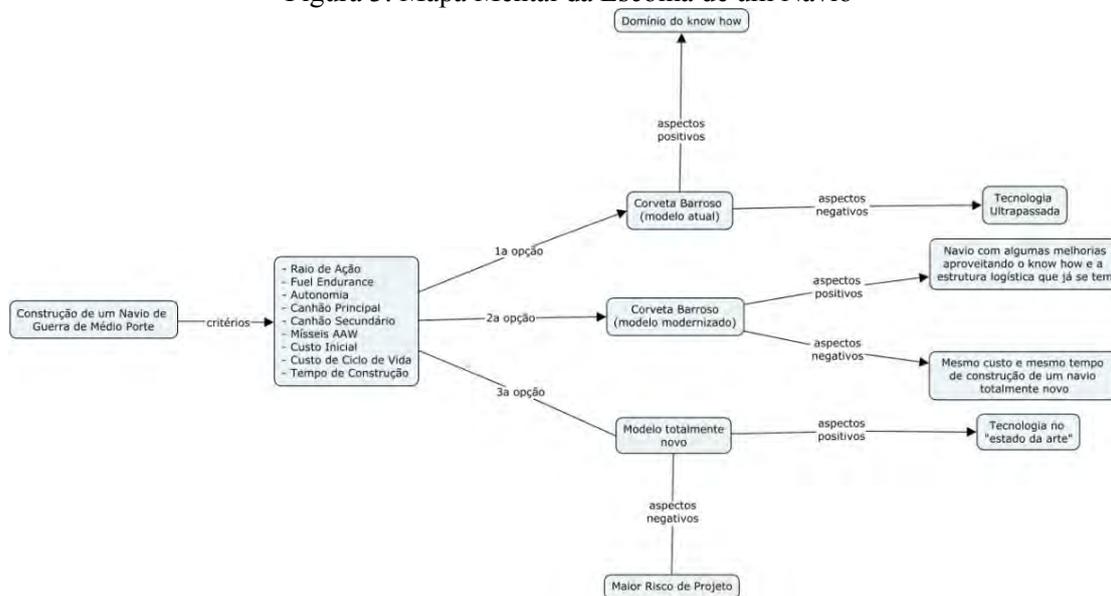
Fonte: Vogt (2013)

Face ao anteriormente exposto o processor decisório deve contemplar um navio que atenda aos requisitos da MB priorizando também a redução de custos.

### 2.1 Modelagem Multicritério

A decisão multicritério se adequa a este processo decisão uma vez que as características de um navio são a base dos critérios que irão definir o processo decisório (BANA e COSTA & PIRLOT, 1997) (BELTON & STEWART, 2002). Os critérios foram elencados por meio de entrevistas realizadas com alguns Oficiais da MB com mais de vinte anos de experiência no que diz respeito à operação e manutenção de navios de guerra. Por ocasião das entrevistas, foi utilizada a técnica do incidente crítico, a fim de que cada entrevistado pudesse apontar livremente os aspectos cruciais que devem ser observados no planejamento da compra ou da construção uma belonave. A partir dessas entrevistas, os incidentes críticos naturalmente emergiram, conduzindo à estruturação do problema na forma do mapa mental apresentado na Figura 3.

Figura 3: Mapa Mental da Escolha de um Navio



Fonte: Autores (2016)

A partir do mapa mental apresentado, chegou-se aos seguintes critérios para a escolha do navio:

- **Raio de Ação:** maior distância (em milhas náuticas) até onde pode o navio afastar-se de sua base, e a ela regressar, sem se reabastecer de combustível.
- **Fuel Endurance:** intervalo de tempo (em dias) que um navio pode navegar sem reabastecer de combustível, desenvolvendo a velocidade de 15 nós.
- **-Autonomia:** intervalo máximo de tempo (em dias) que um navio é capaz de operar sem qualquer tipo de reabastecimento (combustível, água potável, gêneros alimentícios, etc.).
- **Canhão Principal:** é um armamento de grande cadência de tiro que tem a função de advertir ou neutralizar possíveis ameaças, tais como navios, aeronaves ou mísseis. Recebe o nome de “principal” quando o navio possui outros canhões alternativos, normalmente de menor calibre.
- **Canhão Secundário:** é um canhão alternativo ao “canhão principal”, normalmente sendo de menor calibre que este.
- **Mísseis AAW (anti-aircraft warfare):** são mísseis de defesa antiaérea.
- **Custo Inicial:** é o custo de obtenção ou de construção de um navio.
- **Custo de Ciclo de Vida:** o custo de ciclo de vida de um navio inclui a compra (ou construção), operação e modernização. A compra representa cerca de 25%. Os gastos com a tripulação e operação chegam a 67%. A eventual modernização corresponde de 5% a 8%.

- **-Tempo de Construção:** o critério é autoexplicativo, levando em consideração desde o projeto até a entrega efetiva do navio ao setor operativo.

Adita-se que muitas características dos três modelos de navios apresentadas na Tabela 1 são irrelevantes para um navio de guerra, como “ângulo de balanço”, por exemplo. Algumas características são muito relevantes, no entanto aparecem com mesmos valores nos três modelos de navios, como as oito unidades de mísseis AsuW Exocet, o que não geraria discriminação entre as três alternativas. Tais características não foram elencadas como critérios de aquisição.

## 2.2 Matriz de Decisão

A Tabela 2 apresenta a Matriz de Decisão com todas as células preenchidas, onde a primeira coluna são os critérios, e as três colunas seguintes, as alternativas. Cada célula corresponde a uma alternativa de navio classificada no seu respectivo critério.

Tabela 2: Matriz de Decisão

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
<b>Raio de Ação</b>	4000	9330	10660
<i>Fuel Endurance</i>	11	26	30
<b>Autonomia</b>	30	25	35
<b>Canhão Principal</b>	25	25	120
<b>Canhão Secundário</b>	1	2	2
<b>Mísseis AAW</b>	0	1	1
<b>Custo Inicial</b>	R\$ 290.000.000	R\$ 310.000.000	R\$ 310.000.000
<b>Custo Ciclo de Vida</b>	R\$ 592.000.000	R\$ 633.000.000	R\$ 633.000.000
<b>Tempo Construção</b>	6 anos	8 anos	8 anos

Fonte: Autores (2016)

## 2.3 Matriz de Decisão Normalizada

Para que os critérios pudessem ser comparados paritariamente, a Matriz de Decisão teve todos os seus valores normalizados dentro de cada critério, obtendo-se a Tabela 3.

Tabela 3: Matriz de Decisão Normalizada

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	SOMA
<b>Raio de Ação</b>	0,1667	0,3889	0,4443	1
<i>Fuel Endurance</i>	0,1641	0,388	0,4477	1
<b>Autonomia</b>	0,3333	0,2777	0,3888	1
<b>Canhão Principal</b>	0,147	0,147	0,7058	1
<b>Canhão Secundário</b>	0,2	0,4	0,4	1
<b>Mísseis AAW</b>	0	0,5	0,5	1
<b>Custo Inicial</b>	0,3483	0,3258	0,3258	1
<b>Custo Ciclo de Vida</b>	0,3483	0,3258	0,3258	1
<b>Tempo Construção</b>	0,4	0,3	0,3	1

Fonte: Autores (2016)

## 2.4 Comparação Paritária entre os Critérios e Matriz de Ponderações

Os nove critérios elencados foram comparados dois a dois, por meio de uma entrevista com os especialistas. A entrevista teve como propósito, elencar os critérios pertinentes para a escolha

do navio mais adequado à necessidade da MB bem como estabelecer os pesos Inter critérios à luz da Escala Fundamental de Saaty constante na Tabela 4. Para uma explicação mais detalhada no AHP sugere-se consultar Saaty e Vargas (2013) e Saaty (1994, 2005). Para consultar aplicações do AHP sugere-se Alves e Alves (2015), (Bhutia e Phipon, (2012) e Junior e Carpinetti (2015).

Tabela 4: Escala Fundamental de Saaty

Valor	Definição	Explicação
1	Igual importância	os dois critérios contribuem de forma idêntica para o objetivo
3	Pouco mais importante	a análise e a experiência mostram que um critério é um pouco mais importante que o outro
5	Muito mais importante	a análise e a experiência mostram que um critério é claramente mais importante que o outro
7	Bastante mais importante	a análise e a experiência mostram que um dos critérios é predominante para o objetivo
9	Extremamente mais importante	sem qualquer dúvida um dos critérios é absolutamente predominante para o objetivo
2, 4, 6, 8 valores recíprocos dos anteriores	Valores intermediários	também podem ser utilizados

Fonte: Saaty (1980)

Observa-se que nenhuma comparação paritária passou do valor 5 (muito mais importante) na Escala Fundamental de Saaty, justamente porque todos os critérios destacados são relevantes para um navio de guerra. A partir das ponderações relacionadas acima, chegou à seguinte matriz:

Tabela 5: Matriz de Ponderações

	Raio de Ação	Fuel Endurance	Autonomia	Canhão Princ.	Canhão Sec.	Misseis AAW	Custo Inicial	Custo Ciclo de Vida	Tempo Construção
Raio de Ação	1	1	1	0,33	5	1	0,33	0,33	0,25
Fuel Endurance	1	1	1	0,33	5	1	0,33	0,33	0,25
Autonomia	1	1	1	0,33	5	1	0,33	0,33	0,25
Canhão Principal	3	3	3	1	3	1	0,33	0,33	0,33
Canhão Secundário	0,2	0,2	0,2	0,33	1	0,2	0,2	0,2	0,14
Misseis AAW	1	1	1	1	5	1	0,33	0,33	0,33
Custo Inicial	3	3	3	3	5	3	1	1	1
Custo Ciclo de Vida	3	3	3	3	5	3	1	1	1
Tempo Construção	4	4	4	3	7	3	1	1	1

Fone: Autores (2016)

A Tabela 5 normalizada fica apresentada na Tabela 6:

Tabela 6: Matriz de Ponderações Normalizada

	Raio de Ação	Fuel Endurance	Autonomia	Canhão Princ.	Canhão Sec.	Misseis AAW	Custo Inicial	Custo Ciclo de Vida	Tempo Construção
Raio de Ação	0,0581	0,0581	0,0581	0,027	0,1219	0,0704	0,0684	0,0684	0,0548
Fuel Endurance	0,0581	0,0581	0,0581	0,027	0,1219	0,0704	0,0684	0,0684	0,0548
Autonomia	0,0581	0,0581	0,0581	0,027	0,1219	0,0704	0,0684	0,0684	0,0548
Canhão Principal	0,1744	0,1744	0,1744	0,081	0,0731	0,0704	0,0684	0,0684	0,0731
Canhão Secundário	0,01	0,0116	0,0116	0,027	0,0243	0,014	0,041	0,041	0,0313
Misseis AAW	0,0581	0,0581	0,0581	0,081	0,1219	0,0704	0,0684	0,0684	0,0731
Custo Inicial	0,1744	0,1744	0,1744	0,2432	0,1219	0,2112	0,2054	0,2054	0,2193
Custo Ciclo de Vida	0,1744	0,1744	0,1744	0,2432	0,1219	0,2112	0,2054	0,2054	0,2193
Tempo Construção	0,2325	0,2325	0,2325	0,2432	0,1707	0,2112	0,2054	0,2054	0,2193
SOMA	1	1	1	1	1	1	1	1	1

## 2.5 Vetor Prioridade

A Tabela 7 traz o vetor prioridade dos critérios. O tempo de construção teve maior peso, seguido do custo inicial e do custo de ciclo de vida, estes dois últimos empatados.

Tabela 7: Vetor Prioridade dos Critérios

1º	<b>Tempo Construção</b>	0,217021892
2º	<b>Custo Inicial</b>	0,192221993
3º	<b>Custo Ciclo de Vida</b>	0,192221993
4º	<b>Canhão Principal</b>	0,106447057
5º	<b>Misseis AAW</b>	0,073107421
6º	<b>Raio de Ação</b>	0,065070664
7º	<b>Fuel Endurance</b>	0,065070664
8º	<b>Autonomia</b>	0,065070664
9º	<b>Canhão Secundário</b>	0,023767652

Fonte: Autores (2016)

## 3 Resultados Alcançados

A multiplicação da matriz de decisão normalizada pelo respectivo vetor prioridade dos critérios dá o seguinte ranking como resultado (Tabela 8):

Tabela 8: ranking das alternativas

CLASSIFICAÇÃO	MODELO	PESO
1ª opção	Modelo 3 (modelo totalmente novo)	0,394924404
2ª opção	Modelo 2	0,320716892
3ª opção	Modelo 1 (modelo atual)	0,284358705

Fonte: Autores (2016)

Assim sendo, a aplicação do AHP indica que a melhor alternativa é a construção de um navio totalmente novo, mesmo levando em consideração os riscos envolvidos. Além disso, observa-se que a pior alternativa seria replicar a atual Corveta Barroso. Verifica-se pela “pontuação” a distância do modelo 3 em relação ao Modelo 2, é maior do que do Modelo 2 para o Modelo 1.

### 3.1 Análise de Sensibilidade

No entanto, percebe-se que o método AHP tradicional gerou uma pequena discriminação no *ranking* das alternativas, o que pode indicar a necessidade de uma análise de sensibilidade mais cuidadosa. No intuito de aumentar o poder discriminatório, utilizou-se uma nova modelagem, para tentar verificar a ordenação entre as alternativas. Criou-se um navio fictício com as melhores qualidades de cada navio, e outro fictício com as piores, conforme a Tabela 9 a seguir. E posteriormente aplicou-se um modelo aditivo.

Tabela 9: máximos e mínimos de cada critério

CRITÉRIO	MÁXIMO	MÍNIMO
<b>Raio de Ação</b>	0,4443	0,1667
<b>Fuel Endurance</b>	0,4477	0,1641
<b>Autonomia</b>	0,3888	0,2777
<b>Canhão Principal</b>	0,7058	0,147

<b>Canhão Secundário</b>	0,4	0,2
<b>Mísseis AAW</b>	0,5	0
<b>Custo Inicial</b>	0,3483	0,3258
<b>Custo Ciclo de Vida</b>	0,3483	0,3258
<b>Tempo Construção</b>	0,4	0,3

Fonte: Autores (2016)

A partir da distribuição Normal e da distribuição Beta (usando os dados dos três navios), calculou-se a média [ $\mu$ ] das pontuações de cada navio em cada critério [ $c_i$ ], obtendo-se  $\mu_{c_i}$  bem como o desvio padrão de cada critério (DP $c_i$ ). Como os resultados das duas distribuições foram muito próximos, optou-se pela curva Normal, já que esta dá conta de um espectro maior de fenômenos. A Tabela 10, traz os valores das médias e dos desvios-padrão.

Tabela 10: média e desvio-padrão de cada critério

<b>CRITÉRIO</b>	$\mu_{c_i}$	DP $c_i$
<b>Raio de Ação</b>	0,3333	0,1469
<i>Fuel Endurance</i>	0,3333	0,1495
<b>Autonomia</b>	0,3333	0,0555
<b>Canhão Principal</b>	0,3333	0,3226
<b>Canhão Secundário</b>	0,3333	0,1154
<b>Mísseis AAW</b>	0,3333	0,2886
<b>Custo Inicial</b>	0,3333	0,0129
<b>Custo Ciclo de Vida</b>	0,3333	0,013
<b>Tempo Construção</b>	0,3333	0,0577

Fonte: Autores (2016)

A razão desvio-padrão/média indica que quanto maior, for o valor, mais difícil é obter-se uma pontuação alta no critério. Após este cálculo, a Tabela 11 fornece os novos pesos já normalizados de cada critério.

Tabela 11: novos pesos normalizados de cada critério

<b>CRITÉRIO</b>	<b>NOVOS PESOS</b>
<b>Raio de Ação</b>	0,126
<i>Fuel Endurance</i>	0,129
<b>Autonomia</b>	0,048
<b>Canhão Principal</b>	0,278
<b>Canhão Secundário</b>	0,099
<b>Mísseis AAW</b>	0,248
<b>Custo Inicial</b>	0,011
<b>Custo Ciclo de Vida</b>	0,011
<b>Tempo Construção</b>	0,050

Fonte: Autores (2016)

Finalmente, multiplicando-se a matriz de decisão normalizada pelos novos pesos, chega-se ao mesmo ranking, no entanto com um *trade off* mais acentuado entre as alternativas, corroborando que o modelo 3 (totalmente novo) é a decisão mais indicada para a Marinha do Brasil.

Tabela 12: análise de sensibilidade do ranking das alternativas

CLASSIFICAÇÃO	MODELO	PESO
1ª opção	Modelo 3 (totalmente novo)	0,514420
2ª opção	Modelo 2	0,339047
3ª opção	Modelo 1 (modelo atual)	0,146534

Fonte: Autores (2016)

Nesta aproximação o Modelo 2 (Tabela 12) ficou em uma posição intermediária entre o Modelo 3 e Modelo 1.

Também foi aplicado o método AHP, considerando-se a mesma comparação paritária inter-critérios inserindo-se o melhor e o pior navio fictício. Tal pesquisa exploratória visa avaliar a diferenciação existente entre as coordenadas do vetor prioridade, levando-se em consideração a proximidade dos “navios reais” em relação a tais navios fictícios. De acordo com a tabela 13, observa-se que o Modelo 3 está relativamente próximo do melhor navio fictício, com uma diferença da ordem de 3%. Tal resultado mostra uma coerência da análise de sensibilidade, uma vez que o modelo totalmente novo realmente agrega praticamente todas as características do melhor navio fictício, ficando aquém apenas no custo e no tempo de construção (que são maiores).

Tabela 13: análise de sensibilidade com os navios fictícios

CLASSIFICAÇÃO	MODELO	PESO
1ª opção	Melhor modelo fictício	0,34478
2ª opção	Modelo 3 [totalmente novo]	0,31511
3ª opção	Modelo 2	0,21207
4ª opção	Modelo 1 [atual]	0,07081
5ª opção	Pior modelo fictício	0,05723

Fonte: Autores (2016)

Também se pode observar na tabela 13 que o Modelo 1 está relativamente próximo do pior modelo fictício, o que evidencia uma coerência nos resultados, uma vez que o Modelo 1 possui uma configuração parecida com o pior modelo fictício. O Modelo 3 está próximo do Modelo Fictício.

Há um ganho da ordem de 14% do Modelo 1 em relação ao Modelo 2; e que este ganho é de 24,4% do Modelo 1 em relação ao Modelo 3; ou seja, considerando as coordenadas adjacentes do vetor prioridade, o maior *trade off* encontra-se entre os modelos 1 e 2, sinalizando para a MB, que, considerando-se um cenário político-econômico adverso, a modelo 2 não deixa de ser uma boa alternativa.

Entretanto o ganho do Modelo Fictício em relação ao Modelo 3 é pequeno se comparado a distância do Modelo 3 para o Modelo 2.

O que ficou claro em todas as circunstâncias é que a MB deve envidar esforços para não replicar o Modelo 1 (atual) mesmo com um tempo de construção e um custo mais atrativo.

#### 4 Considerações Finais

Há mais de cento e trinta anos, o Brasil vive em paz com seus vizinhos, porém, isto não significa o fim das ameaças externas. A história demonstra claramente a necessidade de a Nação dispor de um Poder Naval que inspire credibilidade. De modo geral, na maior parte dos países incumbe ao Poder Naval garantir a integridade do território, a soberania nacional e defender os interesses da nação nas suas águas, visando assegurar o direito ao uso estratégico e econômico do mar e das águas interiores.

Atualmente, as questões de segurança internacional têm se pautado mais por aspectos econômicos e sociais do que políticos e militares. Devido ao fenômeno da globalização, a luta pela defesa dos interesses nacionais, sejam eles políticos, econômicos ou estratégico-militares, paradoxalmente, têm sido muito mais contundentes do que em décadas passadas. Opor-se à globalização não é produtivo, uma vez que ela tende a se expandir cada vez mais, com implicações na atuação das Forças Armadas. Vive-se um tempo em que muitas soluções do passado não mais se aplicam. Há que se evoluir em termos organizacionais e de métodos de gestão.

Dessa forma este artigo teve como proposta utilizar métodos para a escolha de um novo navio para marinha brasileira. Foi elicitado os pesos dos critérios com especialistas. Posteriormente novos pesos foram gerados, e aplicados a um modelo aditivo, bem como a uma nova aplicação do AHP. Com as aplicações chegou-se à conclusão que a melhor alternativa é a construção de um navio totalmente novo, o que posteriormente foi corroborado através de uma análise de sensibilidade. Pode-se perceber que a utilização de pesos para classificação das variáveis considera todas as possibilidades envolvidas e tornam mais precisas a tomada de decisão. Este resultado foi encaminhado a MB.

### Referências

- (1). Alves, J. R. X. & Alves, J. M. Definição De Localidade Para Instalação Industrial Com O Apoio Do Método De Análise Hierárquica (Ahp). *Revista Produção*, V. 25, N. 1, 2015, Pp. 13–26.
- (2). Bana E Costa, C. A. Pirlot & M. Thoughts On The Future Of Multicriteria Field: Basic Convictions and Outline For A General Methodology. *Multicriteria Analysis* Berlin: Springer Verlag, 1997.
- (3). Belton, V. & Stewart, T. J. *Multiple Criteria Decision Analysis: An Integrated Approach*. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2002
- (4). Bhutia, P. W. & Phipon, R. Application Of Ahp And Topsis Method For Supplier Selection Problem. *Iosr Journal Of Engineering*, V. 2, N. 10, 2012, Pp. 43–50.
- (5). Brasil. Constituição Da República Federativa Do Brasil De 1988.
- (6). Brasil. Estatuto Dos Militares. Lei Nº 6.880, De 9 De Dezembro De 1980.
- (7). Briozo, R. A., & Musetti, M. A. (2015). Método Multicritério De Tomada De Decisão: Aplicação Ao Caso Da Localização Espacial De Uma Unidade De Pronto Atendimento – Upa 24 H. *Gestão E Produção*, 22(4), 805-819.
- (8). Cabrera-Barona, P., Murphy, T., Kienberger, S., & Blaschke, T. (2015). A Multi-Criteria Spatial Deprivation Index To Support Health Inequality Analyses. *International Journal Of Health Geographics*, 14(11), 1-14.
- (9). Carmo, D. K.; Marins, F. A.; Salomon V. A. & Mello C. H. On The Aggregation Of Individual Priorities In Incomplete. In: *Anais Do Int'l Symposium On The Analytic Hierarchy Process*, Kuala Lumpur, 2013
- (10). Corrente, Salvatore, Greco, Salvatore & Słowiński, Roman Multiple Criteria Hierarchy Process For Electre Tri Methods. *European Journal Of Operational Research* 252 (2016) 191–203
- (11). Dong, Q. & Saaty, T. L. An Analytic Hierarchy Process Model Of Group Consensus. *Journal Of Systems Science And Systems Engineering*, V. 23, N. 3, 2014, Pp. 362–374.
- (12). Ho, W. Integrated Analytic Hierarchy Process And Its Applications: A Literature Review. *European Journal Of Operational Research*, V. 186, N. 1, P. 211-228, 2008.
- (13). Ishizaka, A. & Labib, A. Review Of The Main Developments In The Analytic Hierarchy Process. *Expert Systems With Applications*, V. 38, N. 11, 2011, Pp. 14336–14345.
- (14). Junior, F. R. L. & Carpinetti, L. C. R. Comparação Entre Os Métodos Fuzzy Topsis E Fuzzy Ahp No Apoio À Tomada De Decisão Para Seleção De Fornecedores. *Gestão & Produção*, V. 22, 2015, Pp. 17–34.

- (15). Kluczek, A. & Gladysz, B. Ahp/Topsis-Based Approach To The Generation Of Environmental Improvement Options For Painting Process – Results From An Industrial Case Study. *Journal Of Cleaner Production*, V. 101, 2015, Pp. 360–367.
- (16). Saaty T.L. & Vargas, L.G. (1991). *Prediction, Projection And Forecasting*, Boston: Kluwer Academic.
- (17). Saaty, T. L. & Vargas, L. G. *The Logic Of Priorities: Applications Of The Analytic Hierarchy Process In Business, Energy, Health & Transportation*. Pittsburgh: Editora Rws, 2013
- (18). Saaty, T. L. (2005). *Theory And Applications Of The Analytic Network Process: Decision Making With Benefits, Opportunities, Costs, And Risks*. Pittsburgh, Usa: Rws.
- (19). Saaty, T. L. *The Analytic Hierarchy Process*. Mcgraw-Hill, New York (1980)
- (20). Saaty, T.L. „How To Make A Decision: The Analytic Hierarchy Process“, *Interfaces*, Vol. 24, No. 6, Pp.19–43, 1994.
- (21). Subramanian, N. & Ramanathan, R. A Review Of Applications Of Analytic Hierarchy Process In Operations Management. *International Journal Of Production Economics*, V.138, N.2, 2012, Pp. 215–241.
- (22). Vogt, R. Corvetas Sucessoras Da Barroso: Comparação De Dois Tipos De Obtenção. *Revista Marítima Brasileira/ Serviço De Documentação Geral Da Marinha*. V.133, N.04/06. Abr./Jun.2013 – Rio De Janeiro: Marinha Do Brasil.