

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

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**NOME COMPLETO: MARCOS ASSUMPÇÃO DE OLIVEIRA JUNIOR**

**TÍTULO: O emprego dos métodos multicritérios AHP, MACBETH e  
DEA nos processos decisórios no âmbito da Marinha do Brasil e do  
Corpo de Fuzileiros Navais**

**PÓS-GRADUAÇÃO *LATO SENSU***

**RIO DE JANEIRO, RJ**  
**2020**

## **TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO E APROVAÇÃO**

### **MARCOS ASSUMPÇÃO DE OLIVEIRA JUNIOR**

O EMPREGO DOS MÉTODOS MULTICRITÉRIOS AHP, MACBETH E DEA NOS  
PROCESSOS DECISÓRIOS NO ÂMBITO DA MARINHA DO BRASIL E DO CORPO  
DE FUZILEIROS NAVAIS

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, afim de aprimorar o ambiente acadêmico e a discussão entorno das temáticas aqui propostas.

**TÍTULO: O EMPREGO DOS MÉTODOS MULTICRITÉRIOS AHP, MACBETH E DEA NOS PROCESSOS DECISÓRIOS NO ÂMBITO DA MARINHA DO BRASIL E DO CORPO DE FUZILEIROS NAVAI**

**AUTOR: MARCOS ASSUMPÇÃO DE OLIVEIRA JUNIOR**

**ORIENTADOR: ANDRÉ ANDRADE LONGARAY**

**RESUMO**

Tendo em vista a necessidade de identificar metodologias que podem apoiar os decisores nos seus processos decisórios, ocorrendo diariamente tanto na direção administrativa quanto na operativa das diversas Organizações Militares (OM), foi elaborado este estudo, a fim de aprimorar o emprego de métodos multicritérios em apoio à decisão nos processos decisórios no âmbito da Marinha do Brasil (MB). Com o objetivo de apresentar alguns Métodos Multicritérios em Apoio à Decisão que podem auxiliar nos processos decisórios na MB, foi necessário abordar a importância de se utilizar métodos multicritérios em apoio à tomada de decisão, descrevendo os métodos AHP, MACBETH e DEA. Realizou-se, então, uma pesquisa bibliográfica com abordagem qualitativa e objetivo descritivo. Diante disso, verificou-se a grande relevância de uma boa estruturação dos problemas, a indispensabilidade de se conhecer e estudar sobre os métodos multicritérios e o emprego dos métodos nos processos de tomada de decisão, o que impõe a constatação de que a publicação da MB que versa sobre processos decisórios necessita passar por uma atualização ou revisão, incluindo outros métodos multicritérios. Outra apuração é relevância de que a construção de um laboratório de modelagem e desenvolvimento de sistemas de apoio à decisão poderá agregar à MB e ao CFN.

**PALAVRAS-CHAVE:** Processo Decisório. Método Multicritério. AHP. MACBETH. DEA.

# **O EMPREGO DOS MÉTODOS MULTICRITÉRIOS AHP, MACBETH E DEA NOS PROCESSOS DECISÓRIOS NO ÂMBITO DA MARINHA DO BRASIL E DO CORPO DE FUZILEIROS NAVAI**

Autor<sup>1</sup>, Marcos Assumpção de Oliveira Junior

Declaro que sou autor(a)<sup>1</sup> 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**

Tendo em vista a necessidade de identificar metodologias que podem apoiar os decisores nos seus processos decisórios, ocorrendo diariamente tanto na direção administrativa quanto na operativa das diversas Organizações Militares (OM), foi elaborado este estudo, a fim de aprimorar o emprego de métodos multicritérios em apoio à decisão nos processos decisórios no âmbito da Marinha do Brasil (MB). Com o objetivo de apresentar alguns Métodos Multicritérios em Apoio à Decisão que podem auxiliar nos processos decisórios na MB, foi necessário abordar a importância de se utilizar métodos multicritérios em apoio à tomada de decisão, descrevendo os métodos AHP, MACBETH e DEA. Realizou-se, então, uma pesquisa bibliográfica com abordagem qualitativa e objetivo descritivo. Diante disso, verificou-se a grande relevância de uma boa estruturação dos problemas, a indispensabilidade de se conhecer e estudar sobre os métodos multicritérios e o emprego dos métodos nos processos de tomada de decisão, o que impõe a constatação de que a publicação da MB que versa sobre processos decisórios necessita passar por uma atualização ou revisão, incluindo outros métodos multicritérios. Outra apuração é relevância de que a construção de um laboratório de modelagem e desenvolvimento de sistemas de apoio à decisão poderá agregar à MB e ao CFN.

**PALAVRAS-CHAVE:** Processo Decisório. Método Multicritério. AHP. MACBETH. DEA.

---

<sup>1</sup>marcosfn02@gmail.com

## 1 INTRODUÇÃO

A tomada de decisão é uma ação que se pode encontrar em todas as áreas e em todos os níveis da sociedade. No caso das Forças Armadas, mais especificamente, na Marinha do Brasil (MB) não seria diferente. Desde os militares mais antigos até os mais modernos, todos tomam decisões diariamente, sendo cada um no seu nível.

Apesar das decisões fazerem parte do cotidiano dos militares, poucos são aqueles que utilizam conhecimentos provenientes da ciência para ampliar as suas habilidades de deliberar.

Destarte, desenvolveu-se, através da Pesquisa Operacional (PO), o uso de técnicas de modelagem matemática e eficientes algoritmos computacionais, a fim de auxiliar o decisor na análise dos mais variados aspectos e situações de um problema complexo, utilizando-se desta ramificação da ciência para desenvolver metodologias com o objetivo de auxiliar pessoas e instituições nos processos decisórios.

Nessa perspectiva, perante a relevância de se tomar as melhores medidas, percebe-se a importância do emprego de Métodos Multicritérios em Apoio à Decisão auxiliando nos processos decisórios no âmbito da Marinha do Brasil (MB).

Desta maneira, questiona-se: a informação e a utilização de apenas um método multicritério seria o suficiente para amparar os decisores nas suas soluções em todos os processos decisórios?

Parte-se da hipótese de que quanto mais métodos multicritérios forem formalizados pela MB e conhecidos pelos decisores, melhor será para seus usuários, uma vez que após dominar as metodologias e saber estruturar bem os problemas, poderão empregar o melhor modelo para um determinado tema e, à vista disso, tomar as melhores decisões.

Assim sendo, o objetivo geral da presente pesquisa é apresentar alguns Métodos Multicritérios em Apoio à Decisão que podem auxiliar nos processos decisórios no âmbito da Marinha do Brasil (MB).

Para tal, foram traçados dois objetivos específicos: abordar a importância de se utilizar Métodos Multicritérios em apoio à Decisão nos processos decisórios; e descrever os métodos AHP, MACBETH e DEA.

Como intuito de abordar sobre o tema proposto, o pesquisador tem o interesse de identificar novas práticas que podem apoiar diariamente as decisões tanto na direção administrativa quanto na operativa das diversas Organizações Militares (OM).

A escolha da melhor prática decisória na MB para os processos que necessitam de um estudo mais aprofundado ou do uso de uma metodologia para sustentar ou ajudar os decisores na tomada de decisão, são baseados na publicação EMA-332 – Processo Decisório e Estudo de Estado-Maior, no qual é abordado somente uma metodologia.

Contudo, a gama de problemas que podem manifestar-se no dia a dia de uma OM não segue uma única ou a mesma linha de raciocínio. Desta forma, quanto mais metodologias os decisores puderem utilizar ao seu favor, maior será a possibilidade de a melhor decisão ser tomada.

Desse modo, para assegurar o testar da hipótese, realiza-se uma pesquisa de finalidade básica estratégica, objetivo descritivo, sob o método hipotético-dedutivo, com abordagem metassíntese qualitativa e elaborada com procedimentos bibliográficos.

Neste trabalho, na primeira seção, será explicado como surgiu a Pesquisa Operacional (PO) na década de 70, em seguida passando para o surgimento do *Soft* PO e do *Hard* PO, chegando, finalmente, no Apoio Multicritério à Decisão (AMD), onde se encontra os métodos e técnicas para auxiliar pessoas e organizações na tomada de decisão.

Na segunda seção, serão apresentados alguns Métodos Multicritérios como o AHP, DEA e MACBETH que irão servir de exemplo para os decisores entenderem e de acordo com a estruturação do problema poder empregar o método que mais se encaixa na construção.

Ao final, inferir-se-ão os objetivos gerais e específicos atendidos e a pergunta supracitada fica respondida com a confirmação da hipótese, indicando que se faz necessário o estudo e o aprendizado por parte não somente dos Comandantes das Unidades da MB como de todos os militares dessa Força. Sendo assim, as melhores decisões poderão ser alcançadas, respeitando as preferências dos decisores em todos os níveis hierárquicos.

## **2 A IMPORTÂNCIA DE SE UTILIZAR MÉTODOS MULTICRITÉRIOS NOS PROCESSOS DECISÓRIOS**

Diariamente, todos os militares se veem obrigados a tomar decisões simples, rotineiras, específicas ou bastante complexas. O grau de importância do objetivo é o que define o nível de sua criticidade, permitindo a análise dos critérios de resolução, que consequentemente irão ditar o rumo da vida de cada um, uma vez que cada

atitude tomada gera consequência. Ter o poder de fazer escolhas certas é o que estabelece as decisões, por isso, Cohen (2001, p. 41) afirmou: “Tomamos dezenas, talvez centenas de decisões por dia (alguns segundos atrás, por exemplo, você decidiu começar a ler este texto, e a qualquer momento pode decidir parar)”. No entanto, não se podem esquecer outras duas situações importantes: a decisão de não tomar decisão e, a decisão tomada por outro indivíduo.

Em uma situação ideal e controlada, a figura do decisor disporia de todo o conhecimento sobre o problema para a tomada da decisão mais adequada. Entretanto, sabe-se que essa não é a realidade. Em sua generalidade a falta de informações é relevante, levando o decisor a optar por uma solução não eficaz, ou seja, que não resolverá o problema ou que apenas o resolve em partes. Com isso, quanto mais dados forem obtidos, menores serão os graus de incerteza.

Desta forma, baseada na afirmação supracitada, pode-se relacionar as condições de decisão de acordo com Longaray (2007), Brasil (2015) e Moritz e Pereira (2015):

a) Decisão em condições de certeza: o decisor possui todas as informações necessárias para a tomada da decisão;

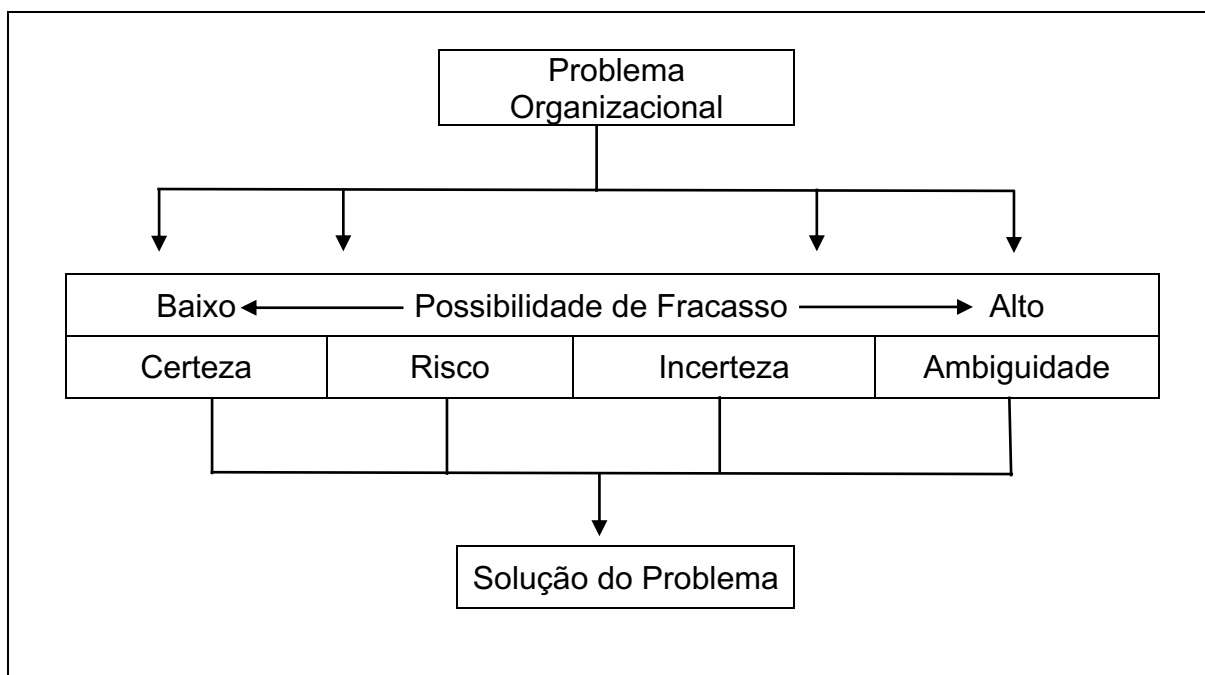
b) Decisão em condições de risco: o decisor possui boas informações sobre o problema, mas as consequências da decisão dependerão do acaso, possuindo riscos calculados;

c) Decisão em condições de incerteza ou ignorância: o decisor não possui bons dados sobre o problema, com isso não conseguem estimar os riscos das consequências; e

d) Decisão em condições de competição ou de conflito (ambiguidade): é quando o problema e as consequências não estão claros. Ocorre competição entre os competidores.

Na figura 1, pode-se escalonar as condições de decisão baseados nas disponibilidades de informações e das possibilidades de falhas.

### **Figura 1 - Condições que afetam o desempenho de uma decisão**



Fonte: Longaray (2007, p.4) apud Daft (1999, p.167)

Desse modo, entra-se no campo da racionalidade das decisões, assim dizendo, o decisor irá buscar aquela que mais se encaixará no seu sistema. Por isso, todas as alternativas para uma tomada de decisão são alternativas possíveis dentro de uma racionalidade, não havendo uma que não possa ser uma solução para o problema (PERDIGÃO et al., 2012).

Destarte, seguindo o mesmo raciocínio, pode-se concordar com Perdigão et al. (2012, p. 03) o qual diz que “a decisão perfeita é considerada um objetivo muitas vezes perseguido e poucas vezes alcançado”.

Ademais, no que concerne sobre tomadas de decisões, o que seria um problema? Fundamentada na argumentação proposta, problema é uma determinada situação ou obstáculo, com seu grau de importância, que gera uma certa insatisfação e que necessita de uma solução. Problema, também, é um impasse singular que nos deparamos e a melhor solução é uma pesquisa ou um processo decisório (BRASIL, 2015).

Nessa perspectiva, fica axiomático que tomar decisões é premissa para desbloqueio da inércia processual, seja ela no âmbito particular ou institucional. Entretanto, mais importante que a decisão propriamente dita, é a metodologia que a precede e que possibilita uma clareza no diagnóstico do problema, denominada de processo decisório, que segundo Brasil (2015, p. 1-1), significa:



Processo decisório é um conjunto de procedimentos e métodos de análise que procura assegurar a coerência, eficácia e eficiência das decisões tomadas em função das informações disponíveis, antevendo cenários possíveis. Tem como objetivo prover uma metodologia racional que permita avaliar a decisão a ser tomada em ambiente de incerteza.

Os estudos sobre processos decisórios tiveram início na década de 40 do século passado, com o intuito de substituir a tomada de decisão baseada na intuição. Desses diversos estudos vários modelos de condução dos processos decisórios foram surgindo de acordo com cada estudioso da época. Dentre eles, podemos citar o modelo militar, o modelo de Simon, o modelo de Kepner e Tregoe, o modelo de Mintzberg e o modelo de Pesquisa Operacional (PO), sendo esse último modelo o foco desse artigo.

Contextualizando, a PO teve origem na Segunda Guerra Mundial, em 1938, por A. P. Rowe, tendo seus horizontes ampliados em 1945, com o término das hostilidades, e obtendo propagação para as indústrias, órgãos governamentais e meios acadêmicos em 1950, no qual se usava *softwares* especialistas para resolução de problemas. Já na década de 70 surgiram os primeiros modelos direcionados para problemas discretos de decisão. E na década de 80 as planilhas eletrônicas ajudaram a propagar ainda mais essa metodologia.

Desde então, os estudos para a melhorados processos decisórios não cessaram, surgindo frequentemente novos métodos para amparar o decisor, com o objetivo de substituir a tomada de decisão baseada na intuição. Daft (1999, p.486) definiu a PO como “um conjunto de modelos de decisão com bases quantitativas utilizados para auxiliar quem toma decisões”.

A PO possui diversas metodologias que podem ser empregadas para solucionar problemas, tendo como exemplo, uma sequência lógica para essa resolução, baseada na obtenção dos seguintes parâmetros das fases descritas, Segundo Andrade (2009):

- a) Definição do problema: definição dos objetivos, variáveis e principais restrições;
- b) Construção do modelo matemático: o modelo a ser utilizado depende do problema. Os mais utilizados são os de programação linear;
- c) Solução do modelo: a solução é encontrada a partir do modelo matemático adotado;

d) Validação do modelo: verificar se a solução obtida é condizente com o problema estudado; e

e) Implementação da solução: criação de regras práticas para a solução do problema.

Nesse íterim, podemos encontrar duas vertentes na área da PO – a abordagem *hard* da PO e a abordagem *soft* da PO, que são alimentadas por distintos princípios e atitudes, que conseqüentemente terão diferentes respostas.

Na visão *hard* da PO não existe a preocupação de fazer com que o tomador de decisão entenda o problema em questão, a finalidade é identificar os elementos objetivos do problema, detalhá-los e solucioná-los com dados pré-definidos. Já na visão *soft* da PO há a necessidade de reconhecer a importância da integração dos elementos objetivos e subjetivos, com o intuito, de forma construtivista, de estruturar e identificar o problema, de acordo com as preferências e percepção do decisor, trazendo para ele argumentos capazes de fortalecer ou enfraquecer suas próprias decisões, para conseqüentemente definir as suas soluções.

Existem diversas comparações entre essas abordagens citadas. Na figura 2 observa-se uma analogia que resume algumas ideias dos paradigmas *hard* e *soft* da PO:

**Figura 2 - Comparação abordagem hard versus soft**

|                              | <b>Abordagens <i>hard</i></b>                                                               | <b>Abordagens <i>soft</i></b>                                                                                                                                 |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Definição do problema</b> | Vista com direta, unitária.                                                                 | Vista como problemática, pluralística.                                                                                                                        |
| <b>Objetivo</b>              | Orientado a busca de metas. Supõe que a realidade possui sistemas que podem ser planejados. | Orientado ao aprendizado. Supõe que a realidade é complexa, mas pode ser explorada por modelos de sistemas.                                                   |
| <b>A organização</b>         | Assumida tacitamente.                                                                       | Requer negociação.                                                                                                                                            |
| <b>O modelo</b>              | Uma representação do mundo real (ontologias). Fala a linguagem de problemas e soluções.     | Uma forma de gera debate e insight a respeito do mundo real. Podem ser construções intelectuais (epistemologias). Fala a linguagem de questões e acomodações. |

|                     |                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                        |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Resultado</b>    | Um produto ou recomendação.                                                                                                                                                                      | Progresso através da aprendizagem                                                                                                                      |
| <b>Vantagens</b>    | Permite o uso de poderosas técnicas.<br>Mais fácil de ser validado.                                                                                                                              | É utilizável tanto por profissionais especializados como pelos detentores do problema, busca considerar o conteúdo humano das situações problemáticas. |
| <b>Desvantagens</b> | Necessita de profissionais especializados em técnicas específicas, ignora participação dos detentores do problema.<br>Deixa de considerar aspectos que transcendem a simples lógica da situação. | Não produz respostas definitivas.<br>Aceita a idéia de que o processo de questionamento é infundável.<br>Problemas para a validação do modelo.         |

Fonte: Rossoni (2007, p. 127) apud Pidd (1998) e Checkland (1985)

Direcionando a pesquisa para o *soft* PO podemos encontrar que à época do seu surgimento, na década de 70, as decisões eram tomadas baseadas em apenas um critério, fugindo da realidade do mundo. Eram necessárias mais opções para melhorar as tomadas de decisão. Dessa necessidade surgiram os Métodos de Apoio Multicritério à Decisão (AMD) que através de vários princípios, axiomas e métodos analíticos buscam maximizar ou minimizar parâmetros únicos em procura não da solução perfeita, mas uma de compromisso. Ou seja, a solução não possui uma solução definitiva para o problema, mas sim fundamentar o processo decisório com as preferências do decisor. (BRASIL, 2015)

A grande importância dos métodos multicritérios são os auxílios ou apoios que podem ser dados às pessoas ou instituições nos diversos processos decisórios, baseada em uma diversidade de critérios. Dessa forma, busca-se que as decisões não sejam tomadas somente de forma intuitiva ou por achismo, mas fundadas na construção de modelos matemáticos, desenvolvidos pela Pesquisa Operacional.

No entanto, para falar da importância dos métodos multicritérios em apoio à decisão deve-se remeter inicialmente para a serventia desses métodos.

Os métodos multicritérios têm sido desenvolvidos para apoiar e conduzir os decisores na avaliação e escolha das alternativas-solução, em diferentes espaços. O espaço das variáveis de decisão, em particular, consiste no

conjunto de decisões factíveis par um dado problema. (GOMES e FREITAS, 2000, p. 85)

Dentro da PO pode-se encontrar diversos métodos multicritérios em apoio à decisão, que para serem utilizados dependem da classificação e de uma boa estruturação do problema.

Deste modo, para solução de problemas complexos, vários critérios podem ser imperiosos para uma escolha definitiva entre díspares alternativas. Neste caso, a análise de decisão multicritério padroniza o processo de tomada de decisão através da modelagem matemática. Os métodos que são desenvolvidos quantitativamente, no qual seus dados assumem valores numéricos, podem ser classificados em descritivos ou contínuos.

Não obstante, antes mesmo da resolução do problema o decisor deve saber estruturá-lo muito bem, consonante com as suas percepções e preferências. À vista disso, Longaray (2004) nos diz que sabendo estruturar bem os problemas podemos chegar nos passos da decisão após uma boa compreensão, definição e representação da problemática.

A estruturação é a fase mais importante da metodologia de apoio à decisão. As contribuições que esta fase propicia como aprendizado, clareza, representatividade, entre outros aspectos, através da definição e construção de um modelo que sirva como uma base comum, onde os valores dos atores intervenientes possam ser validados, são sem dúvida fundamentais para o auxílio a um processo decisório. (LONGARAY, 2007, p. 11) apud (SOUZA, 1999).

### **3 MÉTODOS DE APOIO MULTICRITÉRIO À DECISÃO (AMD)**

Na teoria da decisão os problemas podem ser classificados em monocritérios ou multicritérios. Essa classificação vem da quantidade de critérios que serão utilizados para explorar as alternativas possíveis. No entanto, no dia a dia as decisões podem necessitar de uma estruturação mais adequada do problema, e nesse meio, colocando a subjetividade mais em pauta, de acordo com o decisor.

Dentro dos problemas que podem ser classificados como multicritérios, pode-se encontrar métodos descritivos, que são empregados para problemas com números finitos de alternativas, ao passo que os métodos contínuos são empregados para os problemas com uma quantidade de alternativas infinitas ou uma quantidade de alternativas muito grandes.

Para tal, dentro da teoria relacionada ao Apoio Multicritério à Decisão (AMD), as metodologias possuem pontos de vista de duas Escolas, assim classificadas. Segundo (LONGARAY, 2004) a Escola Americana, denominada *Multiple Criteria Decision Making* (MCDM) e a Escola Francesa, também definida como Escola Europeia, denomina-se *Multiple Criteria Decision Aid* (MCDA).

Os métodos de Apoio Multicritério à Decisão (AMD) são aplicados em inúmeras áreas em que se pretenda selecionar, ordenar, classificar ou descrever alternativas presentes em um processo decisório na presença de múltiplos critérios. Dentre as muitas classificações empregadas para designar os métodos do AMD, a que subdivide os métodos da Escola Americana e os métodos da Escola Francesa, também designada Escola Europeia, é a de maior repercussão. (PERDIGÃO et al., 2012, p.04 apud RANGEL; GOMES, 2010)

De acordo com Longaray (2007) a diferença entre essas Escolas é que a Escola Americana possui uma ótica prescritivista, no qual o facilitador expõe um determinado problema e constitui prescrições baseadas em hipóteses normativas, que serão confirmadas pela realidade descrita. Enquanto a Escola Europeia possui uma ótica construtivista, buscando junto dos atores interessados, construir um processo de apoio à decisão moldado nas preferências do decisor, focando nos objetivos.

As Escolas supramencionadas são representadas por diversos métodos, tais: *Multi-attribute Utility Theory* (MAUT), *Analytic Hierarchy Process* (AHP), *Analytic Network Process* (ANP), *Non-Traditional Capital Investment Criteria* (NCIC), *Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique* (MACBETH), *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations* (PROMETHEE), *Elimination and Choice Expressing Reality* (ELECTRE), *Technique for Order Preferences by Similarity to Ideal Solutions* (TOPSIS) e *Data Envelopment Analysis* (DEA).

Todavia, os principais e mais usados em nível mundial na área de estudo abordada por este artigo são os métodos AHP, MACBETH e DEA, os quais serão pormenorizados a seguir.

### **3.1 *Analytic Hierarchy Process* (AHP)**

De acordo com (BRIOZO; MUSETTI, 2015), a teoria do método AHP foi elaborada pelo matemático Thomas L. Saaty, quando trabalhava para a Agência de Controle de Armas e Desarmamento do Departamento de Estado Americano, para resolver problemas únicos de planejamento de contingência.

Uma vez que as pessoas não sabiam estruturar os diversos problemas do dia a dia e tomavam decisões sem saber exatamente a importância dos parâmetros usados, Saaty (1991) criou esse método para modelar esses problemas mal estruturados.

Desta forma, de acordo com sua funcionalidade prática é comumente empregado na área militar para solução de problemas. Dentre os muitos trabalhos que poderiam ser citados foram escolhidos como exemplo de emprego: a avaliação de desempenho de navios escoltas da MB, Madeira Júnior (2008); a compra de viaturas blindadas para a PMERJ, Santos et al. (2020); e a decisão de onde estabelecer uma Base Logística de Brigada, Cruz (2018).

O método AHP é o método multicritério mais amplamente utilizado e conhecido no apoio à tomada de decisão na resolução de conflitos negociados, em problemas com múltiplos critérios, tem por objetivo dividir o problema estudado em níveis hierárquicos com base no conhecimento e na experiência, de modo a auxiliar o processo de tomada de decisão. (SANTOS et al. 2020, p.80)

A principal idéia desse método é dividir o problema de decisão em níveis hierárquicos, facilitando, assim, sua compreensão e avaliação. E a principal vantagem é possibilidade do usuário atribuir pesos para os diversos critérios baseado na preferência do decisor, paralelamente realiza a comparação par a par entre os critérios. Dessa forma, permite definir qual critério é mais importante mesmo quando eles são incomparáveis, com base nos conhecimentos e experiências da vida. (SAATY, 1991)

O fato desse identificar a melhor escolha dentre as alternativas possíveis, ajuda na determinação de prioridades, levando em consideração conceitos quantitativos e qualitativos, levando as decisões complexas para comparações par a par, é o que o torna tão eficaz no processo de tomada de decisão. Sendo assim, o AHP (*Analytic Hierarchy Process*) pode ser fracionado em 3 fases: estruturação, julgamentos e síntese dos resultados. (PERDIGÃO et al., 2012)

Segundo Briozo e Musetti(2015), na estruturação os critérios serão decompostos em subcritérios até o menor nível da hierarquia, o julgamento será feito através de uma comparação paritária entre os critérios por meio de uma escala numérica e a síntese dos resultados por meios de cálculos de autovetores ou análises

do mínimo quadrado, sendo o processo repetido para cada nível da hierarquia até a decisão final.

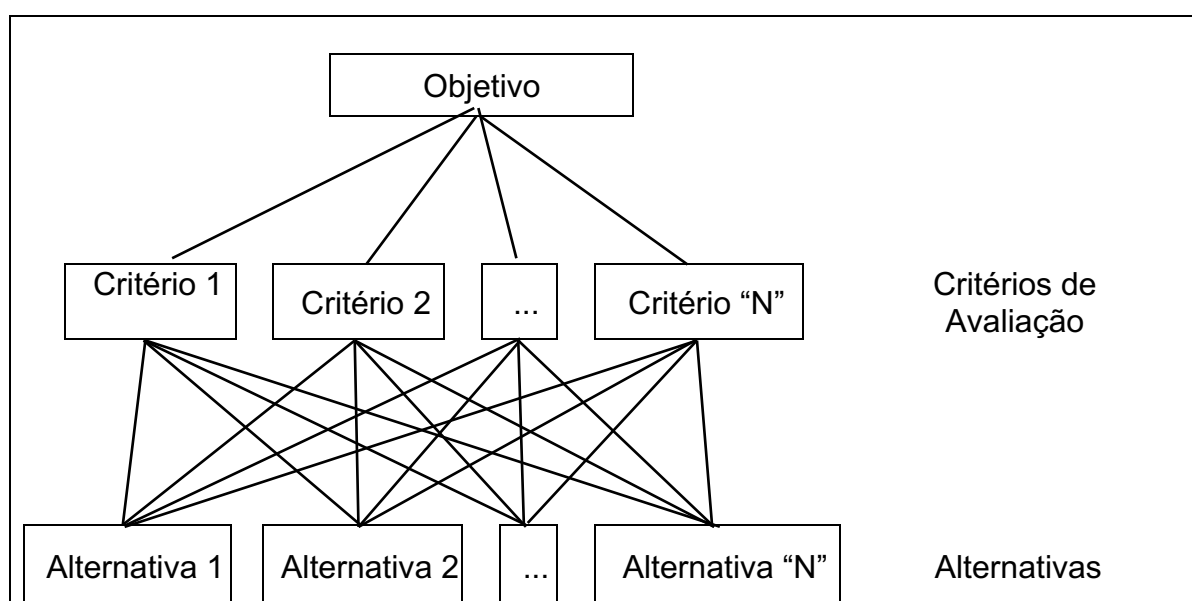
Dentro das fases citadas anteriormente, para abordar a aplicação do método AHP existem algumas etapas a cumprir a fim de chegar ao ranking das alternativas. Essas etapas serão abordadas a seguir.

### 3.1.1 Estruturação e Hierarquia de decisão

Segundo (BAINHA; VIANNA; MEZA, 2015), nessa etapa o método consiste na decomposição do problema/decisão em uma hierarquia, composta, de no mínimo 3 níveis – objetivo, critérios e alternativas.

A estruturação do problema inicia-se com o enunciado do objetivo geral da decisão. Em um segundo nível, tem-se os critérios e/ou os subcritérios, associados ao problema da decisão. E em um último nível tem-se as alternativas disponíveis e mais adequadas relacionadas ao problema.

**Figura 3 - Estrutura de decisão hierárquica do problema**



Fonte: (SCHMIDT, 1995)

### 3.1.2 Comparação entre os elementos da hierarquia

Nesta etapa, deve-se comparar os componentes de cada nível da hierarquia, com o intuito de comparar a importância de um com relação ao outro, através de uma Matriz de Comparação (A).

São nessas comparações par a par que o decisor colocará as suas preferências de forma subjetiva. Mas para que sejam confiáveis essas comparações devem ter uma consistência. (SANTOS et al. 2020)

Para se fazer as comparações deve-se utilizar a Escala Fundamental de Saaty.

**Figura 4 - Escala Fundamental de Saaty**

| Intensidade de Importância | Definição                                          | Explicação                                                                                                             |
|----------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                          | Mesma Importância                                  | As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo.                                                              |
| 3                          | Importância pequena de uma sobre a outra           | A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação a outra.                                     |
| 5                          | Importância grande ou essencial                    | A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação a outra.                                    |
| 7                          | Importância muito grande ou demonstrada            | Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação a outra; sua dominação de importância é demonstrada na prática. |
| 9                          | Importância absoluta                               | A evidência favorece uma atividade em relação a outra com o mais alto grau de certeza.                                 |
| 2, 4, 6, 8                 | Valores intermediários entre os valores adjacentes | Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições.                                                   |

Fonte: Adaptado de Saaty e Vargas (1991)

### 3.1.3 Prioridade relativa de cada critério

Conforme (BAINHA; VIANNA; MEZA, 2015), para se estabelecer a prioridade relativa de cada critério deve-se normalizar as Matrizes de Comparação para em seguida obter os vetores prioridades ( $w$ ).

A normalização dessa Matriz tem o propósito de igualar todos os critérios a uma mesma unidade. Para isto cada valor da matriz é dividido pelo total da sua respectiva coluna. Dessa forma, chegando à Matriz Normalizada.

Para se alcançar o vetor prioridade é necessário realizar a média aritmética dos valores de cada linha da Matriz Normalizada, a fim de identificar a ordem de importância de cada critério.

### 3.1.4 Avaliação da consistência das prioridades relativas



Nesta etapa tem de se calcular a Razão de Consistência (RC) para medir o quanto os julgamentos foram consistentes em relação à grandes amostras de juízo completamente aleatórios.

Para que as comparações tenham tido consistência o método AHP leva em conta que o decisor é racional, isto é, se A é preferido a B e B é preferível a C, então A é preferido a C.

Se a RC for maior que 0,1 significa que os julgamentos não foram confiáveis. Logo, os resultados obtidos não representam valores consistentes. Por isso o quociente de consistência é usado para avaliar o nível de consistência da matriz. Caso o valor seja alto, será necessário rever as estimativas, de maneira a deixá-las mais consistentes. (COLIN, 2015)

Para calcular a Razão de Consistência (RC) é necessário primeiro obter o valor de  $\lambda_{\max}$  que representa o maior autovalor da matriz A, obtido a partir da seguinte equação:  $Aw = \lambda_{\max} \times w$ , no qual o valor de A é a Matriz Comparação e w é o vetor prioridade.

Após calcular  $\lambda_{\max}$  deve-se calcular o Índice de Consistência (IC), que será obtido pela equação:  $(\lambda_{\max} - n)/n - 1$ , onde n é o número de critérios.

A RC será obtida pela fórmula: IC/IR, onde IR é o índice randômico.

**Figura 5 - Índice Randômico**

| 1 | 2 | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   |
|---|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0 | 0 | 0,58 | 0,90 | 1,12 | 1,24 | 1,32 | 1,41 | 1,45 | 1,49 | 1,51 | 1,48 |

Fonte: (SCHMIDT, 1995)

Para se concluir que os valores das prioridades relativas são consistentes o valor a RC deve ser menor ou igual a 0,1.

### **3.1.5 Construção da Matriz de Comparação Paritária para cada critério, considerando cada uma das alternativas selecionadas**

Todos os procedimentos para a construção da Matriz Comparação e para a determinação da prioridade relativa de cada critério devem ser feitos novamente, só que agora a comparação paritária será entre as alternativas em relação aos critérios.

### **3.1.6 Obter a prioridade composta para as alternativas**

A prioridade composta será obtida através da multiplicação da Matriz composta pelas prioridades relativas de cada alternativa em relação aos critérios pelo vetor prioridade ( $w$ ) da Matriz Comparação inicial.

Os valores apresentados na prioridade composta indicarão as opções de escolha para aquele problema, sendo a melhor escolha a de maior valor e a pior escolha a de menor valor.

### **3.2 *Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique (MACBETH)***

O método MACBETH teve sua origem na década de 90 através de Carlos Bana e Costa e Jean Claude Vasnick, com o objetivo de ser um método novo para as tomadas de decisão, sendo uma opção diferente para explorar um problema. (PERDIGÃO et al., 2012)

Consoante a (BANA E COSTA; ANGULO-MEZA; OLIVEIRA, 2013) o que diferencia esse método dos outros é o fato de se basear na ponderação dos critérios e na avaliação das opções em julgamentos qualitativos sobre diferenças de atratividade entre os elementos.

A grande utilidade desse método é na fase de avaliação de um processo de apoio à decisão, auxiliando na montagem de uma função critério cardinal para todos os pontos de vista e na determinação dos parâmetros. Além de ser um método interativo, que permite gerar consenso entre os utilizadores, propõe também uma escala numérica baseada em juízos semânticos sobre a diferença de atratividade definida pelo decisor, entre pares de elementos de um conjunto. (SCHMIDT, 1995)

Esse método é uma excelente ferramenta para criar um ranking entre as alternativas uma vez que em seu estudo ocorre a comparação entre as alternativas não só entre si, mas também com referências, podendo ser melhores ou piores que as alternativas.

Um exemplo de emprego desse método na área militar foi a proposta de um modelo de aquisição de aeronaves para a Força Aérea, Martins (2016).

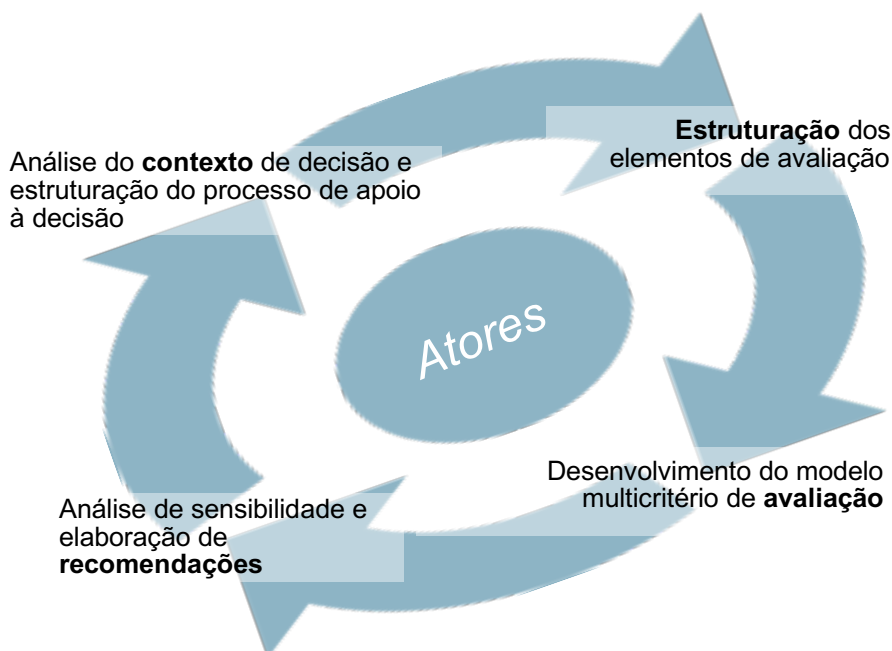
De acordo com Braz (2011), esse método possui algumas vantagens e desvantagens. As vantagens são: a sua base teórica muito sólida alicerçada em cálculo matemático; a possibilidade de uma identificação fácil de violações de coerência e de independência entre atributos e alternativas; e a aplicabilidade a uma gama alargada de problemas. E a desvantagem que mais chama atenção é a

subjetividade que pode ser induzida pelos questionários, mas esta subjetividade pode ser reduzida, senão eliminada.

No entanto, para poder saber alcançar essas vantagens o utilitário do método deve ser um grande conhecedor das variáveis e as suas relações e, também, saber definir muito bem as funções de utilidade.

O método multicritério MACBETH abrange as fases de estruturação e avaliação, (SCHMIDT, 1995), podendo observar na Figura 6, que essas fases têm que ter ligação direta com a elaboração das recomendações que surgirão após a conclusão do método e o com o contexto em que se encontra a decisão.

**Figura 6 - Fases do processo MACBETH**



Fonte: (BANA E COSTA; ANGULO-MEZA; OLIVEIRA, 2013)

E para alcançar o ranking das alternativas existem diversas etapas a serem cumpridas. São elas:

- 1) Caracterização do contexto de decisão;
- 2) Definição dos critérios, através da identificação e estruturação de todos os aspectos considerados relevantes para o problema de decisão;
- 3) Construção de um descritor de impactos em cada critério, com base em indicadores, e características que permitam operacionalizar esses critérios;
- 4) Avaliação parcial em cada critério, pela construção de escalas de valor cardinal, aplicando o método MACBETH;

- 5) Determinação dos coeficientes de ponderação, que operacionalizam a noção de “importância relativa” dos critérios, aplicando o método MACBETH;
- 6) Apreciação dos impactos nos vários critérios;
- 7) Cálculo do valor global, pelo modelo aditivo de agregação; e
- 8) Análises de sensibilidade e robustez dos resultados, de forma a permitir uma adequada elaboração de recomendações.

### **3.2.1 Fase da Estruturação**

Nesta fase, deve ocorrer o pleno entendimento do problema, avaliando o ambiente onde se encontra, identificando as prováveis situações que necessitam de uma decisão. Para se ter uma decisão segura e precisa, deve-se realizar uma busca detalhada e minuciosa do conhecimento, sabendo o contexto que essa decisão se encontra. Segundo Schmidt (1995, p. 50), essa fase consiste em:

- Identificação dos critérios de rejeição e da família dos pontos de vista fundamentais (PVF's), que são relevantes e que podem ser definidos como critérios de representação dos valores dos decisores;
- Definição do indicador ou sistemas de indicadores que permitirão operacionalizar cada PVF através da construção de um descritor dos níveis de Impacto plausíveis das alternativas segundo esse PVF;
- Construção de uma matriz de juízo de preferência de cada PVF para avaliar a importância relativa dos níveis;
- Ordenação dos PVF's; e
- Construção de uma matriz de juízo de valores dos PVF's, para identificar a importância relativa dos PVF's ou equivalentemente suas taxas de substituição.

### **3.2.2 Fase da Avaliação**

Não é simples e nem bem definida onde é a fronteira entre a fase da estruturação e a fase da avaliação. Existe uma região onde alguns elementos são considerados como parte da estruturação do problema e outros já fazem parte da avaliação das ações. No entanto, Bana e Costa (1992) deixa claro que a elaboração de escalas de valores cardinais faz parte da avaliação, devido a necessidade de julgamentos de valor pelos decisores.

Para Schmidt (1995, p. 51), avaliação consiste em:

- Identificar o impacto das alternativas em cada PVF;
- Calcular o valor global de cada alternativa segundo o modelo de juízo de preferência construído na fase de estruturação; e

- Hierarquizar as alternativas segundo seu valor global e analisar a sensibilidade de cada valor segundo os juízos de valores estabelecidos.

### **3.3 Data Envelopment Analysis (DEA)**

O berço desse método foi no estudo da abordagem não paramétrica, para a análise de eficiência relativa de firmas com múltiplos insumos e múltiplos produtos, estudo este feito por Charnes, Cooper e Rhodes no ano de 1978. (CASADO; SOUZA, 2007)

O objetivo do método DEA é, através de programação linear, medir o desempenho das alternativas, analisando a sua eficiência, uma vez que múltiplas entradas e saídas podem dificultar a comparação. Dessa forma, esse método torna-se um forte apoio à tomada de decisão. “O conceito de eficiência se relaciona com a produtividade: pode ser analisado de forma mais simples através da razão entre produção (*output*) e insumos (*input*)”. (OLIVEIRA et al., 2016, p. 02)

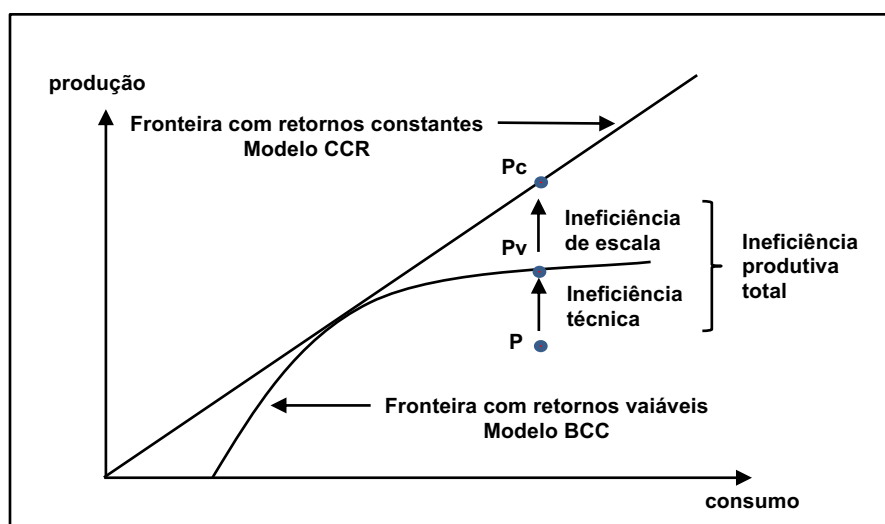
Alguns exemplos de emprego desse método na área militar podem ser elencados: o primeiro foi em 2005, na Odontoclínica Central do Exército, a fim de apresentar e discutir uma metodologia capaz de prover a avaliação do desempenho das clínicas que integram a Organização, identificando as suas unidades eficientes e ineficientes, Souza e Macedo (2008). O segundo foi para avaliação de meios navais quanto a sua capacidade de oferecer o melhor emprego dos recursos econômico-financeiros de um país, Neto e Pesse (2004). E o último foi no Sistema de Saúde da Marinha com o objetivo de avaliar os hospitais navais da Marinha do Brasil no período de 2000-2008, com vistas a sugerir melhorias pró-eficiência no uso dos recursos produtivos, Jorge et al., (2013).

Algumas vantagens e limitações podem ser citadas: em harmonia com Oliveira et al., (2016) são vantagens: a simultaneidade de tratativa de vários insumos e produtos, o fato de não requerer suposição básica sobre os insumos e os produtos, o modelo retorna um único escore de desempenho determinado em relação às outras unidades do conjunto e tornar possível a diferenciação entre unidades eficientes e ineficientes. Já as limitações são: a sensibilidade a ruídos como os pontos fora da curva (*outliers*), um grande número de variáveis pode fazer com que mais unidades sejam eficientes (ponderação excessiva de um insumo ou produto) e a restrição de que a quantidade mínima de alternativas (DMU, *decision making units*) deve ser maior que três vezes a soma do número de *inputs* e *outputs*.

A pressuposição fundamental na técnica DEA é que, se uma dada DMU “A” é capaz de produzir  $Y(A)$  unidades de produto, utilizando  $X(A)$  unidades de insumos, então outras DMU's poderiam também fazer o mesmo, caso elas estejam operando eficientemente. De forma similar, se uma DMU “B” é capaz de produzir  $Y(B)$  unidades de produto, utilizando  $X(B)$  de insumos, então outras DMU's poderiam ser capazes de realizar o mesmo esquema de produção. Caso as DMU's “A” e “B” sejam eficientes, elas poderiam ser combinadas para formar uma DMU composta, isto é, que utiliza uma combinação de insumos para produzir uma combinação de produtos. Desde que esta DMU composta não necessariamente existe, ela é denominada DMU virtual. A análise DEA consiste em encontrar a melhor DMU virtual para cada DMU da amostra. Caso a DMU virtual seja melhor do que a DMU original, ou por produzir mais com a mesma quantidade de insumos, ou produzir a mesma quantidade usando menos insumos, a DMU original será ineficiente. (CASADO; SOUZA, 2007, p. 09)

Ao analisarmos Casado e Souza (2007) e Oliveira et al. (2016), verificamos que esse método possui dois modelos: o modelo de retorno constante de escala (CCR), criado por Charnes, Cooper e Rhodes em 1978 e o modelo de retorno variável de escala (BCC), elaborado por Banker, Charnes e Cooper em 1984. O primeiro modelo se orienta nas entradas (*input*), onde em que qualquer variação nas entradas (*inputs*) produz variação proporcional nas saídas (*outputs*). Ao passo que no segundo modelo os retornos sendo crescentes, decrescentes ou constantes os escores de eficiência dependerão se a orientação será a maximização ou a minimização. Através do emprego desses dois modelos, é possível detectar a eficiência das DMU's, construindo, assim, a fronteira de produção com as unidades que atingirem o máximo de produtividade (*benchmarks*).

**Figura 7 - Comparação gráfica dos modelos CCR e BCC**



Fonte: adaptado de Miranda (2015)

Ao analisar a Figura 7, pode-se observar a comparação gráfica dos dois modelos citados anteriormente em uma situação que envolve um insumo e um produto. Um gráfico é da fronteira obtida com retornos constantes (CCR) e o outro é da fronteira obtida com retornos variáveis (BCC).

Considerando-se o ponto  $P$  na pressuposição de retornos constantes, a ineficiência técnica do ponto  $P$  é dada pela distância  $P - P_c$ , enquanto a ineficiência técnica, para retornos variáveis, é dada pela distância  $P - P_v$ . E a diferença entre essas duas,  $P_c - P_v$ , fornece a ineficiência de escala.

Com isso, de acordo com (CASADO; SOUZA, 2007) após identificar as DMU's eficientes esse método permite o utilizador medir e localizar as ineficiências e estimar uma função de produção linear por partes. Posto isto, a orientação do modelo se dará de acordo com a projeção feita, podendo ser orientada para os *inputs* (maximização dos *inputs*, mantendo os valores dos *outputs* constantes) ou para os *outputs* (maximização dos resultados sem diminuir os recursos).

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Marinha do Brasil emprega, formalmente, somente o método multicritério Estudo de Estado-Maior para solução de problemas, de forma a apoiar o decisor nas suas tomadas de decisão. No entanto, entendem-se que processos decisórios necessitam de um estudo mais aprimorado, uma vez que existem outros métodos multicritérios os quais podem ser utilizados como suporte aos decisores. Ademais, em virtude dessa constatação, foi observada a necessidade de abordar sobre o emprego de métodos multicritérios em apoio à decisão auxiliando nos processos decisórios no âmbito da Marinha do Brasil (MB).

Diante do exposto, essa pesquisa teve como objetivo geral apresentar alguns Métodos Multicritérios em Apoio à Decisão que podem auxiliar em processos decisórios. Constata-se que o objetivo foi atendido ao serem abordados os métodos AHP, MACBETH e DEA.

Outrossim, um dos objetivos traçados leva em consideração a importância de se utilizar Métodos Multicritérios em apoio à Decisão nos processos decisórios, visto que foi dissertado sobre a relevância desses processos para a tomada de decisão. Desta forma, foi feito um breve histórico contendo as vertentes da Pesquisa Operacional e explanado a respeito da valia dos métodos multicritérios aliados à uma boa estruturação dos problemas.

Adicionalmente, descrever os métodos AHP, MACBETH e DEA, foi outro objetivo específico elencado neste artigo que consequentemente foi respondido quando se explanou sobre o histórico, os objetivos, as vantagens e desvantagens e o processo de empregos dos métodos nos processos decisórios.

A pesquisa partiu da hipótese de que quanto mais métodos multicritérios forem conhecidos pelos decisores, melhor será para os mesmos, visto que as decisões mais eficazes serão aquelas que irão ao encontro com suas preferências, através do emprego de metodologias conhecidas após uma boa estruturação do problema. Além do exposto, verificou-se a premência dos métodos multicritérios no auxílio ao decisor na tomada de decisão. Assim, ratifica-se a hipótese inicial prevista.

Baseado na constatação da hipótese, a resposta à pergunta base da introdução proposta, demonstra a clara necessidade do conhecimento e do estudo sobre diversos métodos multicritérios, que somente após uma boa estruturação do problema, poderá empregar a melhor metodologia a fim de auxiliar à tomada de decisão.

Para obter a conclusão supramencionada, foram feitas diversas pesquisas bibliográficas, de forma a buscar métodos que possam atender as preferências do decisor através do emprego de pesos nos diversos critérios do problema. Para tal, a pesquisa qualitativa foi a mais indicada e utilizada, dado que foi necessária a busca das informações fundamentais para descrever as metodologias abordadas. E, por fim, foram feitos levantamentos bibliográficos para alcançar essas conclusões.

Diante da metodologia proposta percebe-se que o trabalho poderia ter sido realizado com um número menor de referências, uma vez que foram encontrados vários autores utilizando etapas diferentes para empregar o mesmo método multicritério.

Adicionalmente, outra limitação diagnosticada foi a necessidade de remodelação da estrutura de trabalho pessoal diante da pandemia provocada pelo COVID-19, na qual careceu de adequação à rotina atual de trabalho, diminuindo o tempo de dedicação a confecção do artigo.

Além do exposto, o fato da publicação EMA-332 – Processo Decisório e Estudo de Estado-Maior abordar somente um único método multicritério, foi uma limitação para o desenvolvimento deste artigo e é uma deficiência para os diversos decisores na MB, pois restringe as possibilidades de emprego dos variados métodos existentes para amparar às muitas decisões que são deliberadas.



Como última limitação, identifica-se a não existência de um laboratório próprio na MB e no CFN para que servir de exemplo ao emprego das metodologias citadas no artigo.

Diante das notórias deficiências encontradas, algumas recomendações podem ser feitas para futuras pesquisas que tenham o mesmo teor deste artigo. Primeiramente, sugere-se a busca de um número limitado de bibliografias que estejam de acordo com o que se pretenda abordar, com o intuito de reduzirem as dúvidas, em razão de alguns autores tratarem o mesmo contexto por etapas diferentes.

Sugere-se, então, que a publicação da MB citada neste artigo passe por uma atualização ou revisão, a fim de implementar o uso de outros métodos multicritérios, principalmente os métodos AHP, MACBETH e DEA, possibilitando melhor auxiliar os decisores quando da tomada de decisão.

Por fim, a última recomendação é a criação de um laboratório de modelagem e desenvolvimento de sistemas de apoio à decisão na MB e no CFN, mais especificamente no Centro de Instrução Almirante Sylvio de Camargo (CIASC), em parceria com a Universidade Federal do Rio Grande (FURG), para que diversos problemas de gestão identificados possam ser modelados matematicamente e implementados em aplicativos computacionais que apoiem os escalões de Comando.

## 5 REFERÊNCIAS

ANDRADE, E. **Introdução à pesquisa operacional: métodos e modelos para análise de decisões**, 4 Ed., Rio de Janeiro: LTC, 2009.

BAINHA, F.; VIANNA, D.; MEZA, E. **Aplicação do Método AHP à Tomada de Decisão Gerencial: um estudo de caso em serviço de hotelaria offshore**. Niterói: 2015.

BANA e COSTA, C.A., **Structuration, construction et exploitation d'un modèle multicritère d'aide à la décision**. PhD Tese de Doutorado, Universidade Técnica de Lisboa, 1992.

BANA E COSTA, C. A.; ANGULO-MEZA, L.; OLIVEIRA, M. D. **O método MACBETH e aplicação No Brasil**. Rio de Janeiro: ENGEVISTA, 2013.

BRASIL. **Marinha do Brasil. Estado-Maior da Armada. EMA-332: Manual de Processo Decisório e Estudo de Estado-Maior**. Brasília: EMA, 2015.

BRAZ, J. M. B. P. **O MacBeth como ferramenta MCDA para o Benchmarking de Aeroportos**. Covilhã: 2011.

BRIOZO, R.; MUSETTI, M. **Método multicritério de tomada de decisão: Aplicação ao caso da localização espacial de uma Unidade de Pronto**

**Atendimento-UPA 24 h.** São Carlos: 2015.

CASADO, F. L.; SOUZA, A. M. **Análise Envolvória de Dados: conceitos, metodologia e estudo da arte na Educação Superior.** Santa Maria: 2007.

COHEN, D. Você sabe tomar decisão? **EXAME**, edição 746, ano 35, n. 16, São Paulo, p. 41- 58, ago. 2001.

COLIN, E. C. **Pesquisa Operacional: 170 aplicações em estratégia, finanças, logística, produção, marketing e vendas.** Rio de Janeiro: LTC, 2015.

CRUZ, E. T. L. O. **Analytic Hierarcht Process no apoio à tomada de decisão em localização de uma Base Logística de Brigada.** Rio de Janeiro: 2018.

DAFT, R. **Administração.** Rio de Janeiro: LTC, 1999.

GOMES, L. F.; FREITAS JUNIOR, A. A importância do apoio multicritério à decisão na formação do administrador. **Revista da Associação Nacional dos Cursos de Graduação em Administração.** v. 1, n. 1, p.82-86, jul/set. 2000.

GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S.; ALMEIDA, A. T. D. **Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério.** São Paulo: Atlas, 2002.

JORGE, M. J. et al. **Gestão por Avaliação de Desempenho: uma aplicação ao serviço de saúde da Marinha do Brasil.** Santa Catarina: 2013.

LONGARAY, A. **Estruturação de Situações Problemáticas Baseada na Integração da Soft Systems Methodology à MCDA-Construtivista.** Santa Catarina: 2004.

LONGARAY, A. **A teoria da decisão revisitada: análise e perspectivas.** Rio de Janeiro: 2007.

MADEIRA JÚNIOR, A. Modelo de avaliação de navios de escolta: uma abordagem MCDM. **Anais do XI Simpósio de Pesquisa Operacional e Logística da Marinha,** Rio de Janeiro: 2008.

MARTINS, J. P. S. **Proposta de um Modelo de Aquisição de Aeronaves para a Força Aérea – Uma aplicação da Análise Multicritério.** Lisboa: 2016.

MIRANDA, M. G. **Análise da eficiência de unidades de negócio do varejo utilizando DEA (Data Envelopment Analysis).** Ceará: 2007.

MORITZ, G.; PEREIRA, M. **Processo Decisório.** 3. ed. Florianópolis: DEPTO. DE CIÊNCIAS DA ADMINISTRAÇÃO (CAD/CSE/UFSC), 2015.

NETO, S. B.; PESSE, R. **Uso De Análise Envolvória De Dados Na Medida De Desempenho De Navios Militares.** Rio de Janeiro: VII SPOLM, 2004.

OLIVEIRA, V. et al. Análise Multicritério com DEA e AHP da seleção de

equipamentos de ar-condicionado. **enegep XXXVI**, 2016.

PERDIGÃO, J. et al. **Processo Decisório : um Estudo Comparativo da Tomada de Decisão em Organizações de Segmentos Distintos**. Recife: 2012.

RANGEL, L. A. D; GOMES, L. F. A. M. O apoio multicritério à decisão na avaliação de candidatos. **Revista Produção**, v. 20, n. 1, jan./mar. 2010.

ROSSONI, L. **Modelagem e simulação hard e soft em estratégia de negócios: aplicações e possibilidades em estudos e na prática**. Curitiba: Revista Gestão e Conhecimento, 2007.

SAATY, T. L. **Método de Análise Hierárquica**. São Paulo: McGraw-Hill, Makron Books, 1991.

Saaty T.L.; Vargas, L.G. **Prediction, Projection and Forecasting**. Boston: Kluwer Academic. 1991.

SANTOS, M. et al. Análise Multicritério utilizando os métodos Borda e AHP no provimento de viaturas blindadas para a PMERJ. **REDIGE**, v. 07, n. 01. Rio de Janeiro: jun/jul/ago/set. 2020.

SCHMIDT, A. M. A. **Processo De Apoio a Tomada De Decisão Abordagens: AHP E MACBETH**. Florianópolis: 1995.

SOUZA, M. W.; MACEDO, M. A. S. **Análise da Eficiência utilizando a Metodologia DEA em Organização Militar de Saúde: o Caso da Odontoclínica Central do Exército**. Rio de Janeiro: 2008.