ESCOLA DE GUERRA NAVAL

CC (EN) RODRIGO ALVES NATALIZI

A TERCEIRIZAÇÃO DA FUNÇÃO LOGÍSTICA MILITAR – ESTUDO DE CASO E POSSIBILIDADES DE ADOÇÃO NA MB:

ANÁLISE DE CUSTO x BENEFÍCIO NA ESCOLHA DA CONFIGURAÇÃO DE NAVIOS

Rio de Janeiro

2013

CC (EN) RODRIGO ALVES NATALIZI

A TERCEIRIZAÇÃO DA FUNÇÃO LOGÍSTICA MILITAR – ESTUDO DE CASO E POSSIBILIDADES DE ADOÇÃO NA MB:

ANÁLISE DE CUSTO x BENEFÍCIO NA ESCOLHA DA CONFIGURAÇÃO DE NAVIOS

Monografia apresentada à Escola de Guerra Naval, como requisito parcial para a conclusão do Curso Superior.

Orientador: CMG (RM1) Daniel Pereira Davi Filho

Rio de Janeiro

Escola de Guerra Naval

2013

RESUMO

A sistemática adotada pela Marinha do Brasil para obtenção de meios navais, aeronavais e de fuzileiros navais prevê a realização de estudos técnicos para levantamento das possíveis alternativas da configuração do novo meio, que deverão ser apresentadas, de forma hierarquizada, para decisão das autoridades competentes. Em projetos de grande porte, a quantidade de alternativas de configuração pode ser muito grande e envolver fatores diversos, tornando sua hierarquização uma tarefa complexa. Neste trabalho, investiga-se os processos adotados no Reino Unido para escolha da configuração de novos navios, desenvolvidos com base na análise de custos e benefícios. Adotou-se, para tal, o método de estudo de caso a partir de informações obtidas por ocasião da realização de intercâmbio naquele país. Discute-se os conceitos de "custos", e sua forma de obtenção junto aos fornecedores dos principais equipamentos e sistemas do navio, e de "benefícios" associados a um navio, juntamente com os procedimentos que permitem a sua mensuração, a partir das prioridades definidas pelos utilizadores finais. A relevância deste estudo é justificada pelos grandes programas de obtenção de meios de superfície que se encontram em fase de aprovação, que visam a construção, no país, de navios de grande porte, e para os quais diversos estaleiros internacionais apresentaram propostas. O estudo do processo britânico permite demonstrar a viabilidade de sua aplicação na Marinha do Brasil, levando em consideração as especificidades do cenário brasileiro. Seu emprego proporcionará a realização de análises mais consistentes e, consequentemente, a apresentação de melhores subsídios para que as autoridade competentes possam realizar a escolha da configuração mais adequada dos meios a serem obtidos.

Palavras chaves: configuração de meio; hierarquização de alternativas; análise de custo e benefício.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BAES	BAE SYSTEMS
CM	COMANDANTE DA MARINHA
CASNAV	CENTRO DE ANÁLISES DE SISTEMAS NAVAIS
DGMM	DIRETORIA-GERAL DO MATERIAL DA MARINHA
EMA	ESTADO-MAIOR DA ARMADA
MACE	MULTI ATTRIBUTE CHOICE ELUCIDATION
MB	MARINHA DO BRASIL
MD	MINISTÉRIO DA DEFESA
MN	MILHAS NÁUTICAS
MoD-RU	MINISTÉRIO DA DEFESA DO REINO UNIDO
OM	ORGANIZAÇÃO MILITAR
PROSUPER	PROGRAMA DE OBTENÇÃO DE MEIOS DE SUPERFÍCIE
PRONAE	PROGRAMA DE OBTENÇÃO DE NAVIOS-AERÓDROMOS
PRONANF	PROGRAMA DE OBTENÇÃO DE NAVIOS ANFÍBIOS
RANS	REQUISITOS DE ALTO NÍVEL DO SISTEMA
REM	REQUISITOS DE ESTADO-MAIOR
RU	REINO UNIDO
RFQ	REQUEST FOR QUOTATION
SRD	SYSTEMS REQUIREMENTS DOCUMENT
URD	USER REQUIREMENTS DOCUMENT

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 5

2 A OBTENÇÃO DE MEIOS NAVAIS NO REINO UNIDO 7
2.1 Menu de Opções 8
2.2 Cálculo de Benefícios 9
2.2.1 Árvore de Benefícios 10
2.2.2 Cálculo dos Benefícios Associados às Opções 12
2.3 Cálculo de Custos 13
2.4 Ordem de Compra 14
2.5 A influência da Terceirização na Escolha da Configuração do Navio 15

3 EMPREGO NA MARINHA DO BRASIL 16

4 CONCLUSÃO 20

REFERÊNCIAS 22

ANEXO 23

1 INTRODUÇÃO

Na Marinha do Brasil (MB), o processo de obtenção de novos meios navais, aeronavais e de fuzileiros navais é composto por cinco fases distintas: Concepção, Preliminar, Contrato, Execução e Avaliação Operacional (BRASIL, 2002). Na fase de Concepção, após a elaboração dos requisitos de alto nível por parte do Setor Operativo, cabe ao Setor de Material a confecção de um relatório técnico denominado "Estudo de Exequibilidade" (EE).

> Os EE deverão conter a análise dos custos envolvidos, compatibilizações dos sistemas, exigências para o Apoio Logístico Integrado (ALI), parâmetros de desempenho e outros, além dos subsídios para a hierarquização das alternativas de configuração (grifo nosso) (BRASIL. Estado-Maior da Armada, 2002, p. 1-4).

Em sequência, caberá ao Comandante da Marinha (CM) a tomada da decisão sobre a configuração do meio, dentre as alternativas hierarquizadas. Como ocorre com toda decisão de alto nível, é provável que essa leve em consideração não apenas as análises técnicas e operacionais produzidas nas etapas anteriores, mas também aspetos estratégicos em consonância com as orientações governamentais.

Para navios de guerra, "hierarquização de alternativas" não é tarefa simples. Em primeiro lugar, porque há uma grande variedade de soluções técnicas para realização das funcionalidades típicas de um navio militar, que abrangem os sistemas de plataforma e os sistemas de combate.

Em segundo lugar, porque o próprio conceito de "hierarquização" é por si só algo complexo, envolvendo o entendimento de todos os prós e contras de cada possível opção, a fim de se criar uma classificação entre elas. Ocorre que a definição das vantagens de determinada solução requer a avaliação dos benefícios que ela trará para a MB, para a defesa como um todo e, em última instância, para o país, o que extrapola em muito o nível técnico.

Como exemplo, a escolha de um equipamento poderá ser considerada mais vantajosa para o país caso seja produzido com tecnologia e mão-de-obra nacionais, mesmo que possua funcionalidades inferiores a um equipamento adquirido no exterior e dependendo, obviamente, do nível de degradação que essa escolha trará para a operação do navio.

Como parte relevante desse processo, encontra-se a questão orçamentária, ou seja, os recursos financeiros autorizados para a obtenção do meio. Considerando os custos envolvidos com a aquisição ou construção de navios de guerra, normalmente o orçamento é oriundo do governo federal, ficando muitas vezes sujeito a variações inerentes ao processo

político e ao estabelecimento das prioridades governamentais. O orçamento deverá sempre ser considerado como importante variável para hierarquização de soluções e definição de prioridades.

> A disponibilidade dos recursos limita a obtenção que, por sua vez, serve como base para a análise de exequibilidade dos planos. Portanto, quando se evidencia impossibilidade de obtenção de um determinado recurso, torna-se necessária a revisão da determinação de necessidades (BRASIL. Estado-Maior da Armada, 2003, p. 3-2).

Os estudos das possíveis configurações do navio muitas vezes antecedem a definição do orçamento disponível para sua obtenção. Dessa forma, torna-se mandatório organizar as ideias de forma a permitir que as variações orçamentárias possam conduzir a mudanças nas decisões de forma mais suave, sem demandar o início de novos estudos.

Nesta monografia é apresentado um estudo de caso tendo por base a metodologia empregada no âmbito do Ministério da Defesa do Reino Unido (MoD-RU) para escolha da configuração de meios navais, aplicada ao projeto de desenvolvimento das fragatas T26 britânicas. As informações foram obtidas durante intercâmbio realizado naquele país, no período de abril a outubro de 2012, na sede da empresa BAE Systems (BAES), responsável pelo projeto das T26, realizado em estrita parceria com o Governo e as Forças Armadas.

Diversos aspectos do processo adotado no Reino Unido (RU) podem ser utilizados como oportunidades de melhorias para a sistemática em vigor na MB, onde estão em fase de estudo importantes programas para obtenção de meios navais, tais como o Programa de Obtenção de Meios de Superfície (PROSUPER)[1], o Programa de Obtenção de Navios-Aeródromos (PRONAE)[2] e o Programa de Obtenção de Navios Anfíbios (PRONANF)[3]. Restrições orçamentárias estarão presentes na execução de todos esses programas, e dessa forma a adoção de processos otimizados para definição da configuração dos meios desempenhará um papel relevante.

---

[1] O PROSUPER prevê a aquisição de cinco Fragatas, um Navio de Apoio Logístico e cinco Navios-Patrulha Oceânicos (BRASIL, 2012).

[2] O PRONAE prevê a substituição do Navio-Aeródromo “São Paulo” até 2028 (BRASIL, 2012).

[3] O PRONANF prevê a obtenção de projetos de Navios de Desembarque-Doca, visando à construção de duas unidades no Brasil (BRASIL, 2012).

2 A OBTENÇÃO DE MEIOS NAVAIS NO REINO UNIDO

No RU, a construção de novos navios de guerra envolve fortes cobranças por parte de autoridades políticas, mídia e sociedade em geral, em função dos custos envolvidos. Consequentemente, têm sido desenvolvidos métodos e processos para a justificativa de decisões, baseados na análise de custo x benefício, utilizados pelas organizações responsáveis pela aquisição de produtos de defesa naquele país.

O processo de obtenção de um novo meio militar inicia-se com a definição dos requisitos por parte do usuário. No caso de navios de guerra, os requisitos são originados no âmbito da Marinha e registrados em documentos denominados *User Requirements Document* (URD) e *Systems Requirements Document* (SRD), que diferem entre si na profundidade das informações que contêm.

O URD contém os requisitos elaborados pela Marinha em termos de efeitos militares e resultados operacionais que devem ser entregues pelo navio em obtenção. Incluem o contexto ambiental previsto para operação do meio, requisitos de interoperabilidade para operação entre forças e entre países, e outros elementos essenciais para a realização da capacidade necessária. De uma forma geral, os requisitos de usuário abordam o conjunto completo e estruturado das necessidades dos utilizadores, de forma clara, concisa, justificada e mensurável.

O SRD, por sua vez, visa a determinar quais funcionalidades são necessárias a fim de proporcionar os requisitos registrados no URD. O documento é baseado no conceito de "sistema", definido como um conjunto integrado de elementos que realizam determinada capacidade. O SRD inclui as funções que determinam o que um sistema deve fazer, a descrição de quão bem uma função do sistema deve ser executada, suas restrições e limites.

Com base nesses documentos, tem início a Fase de Avaliação (*Assessment Phase*), cujo objetivo é fornecer às autoridades governamentais os subsídios necessários para a aprovação da continuação do projeto e início das atividades relacionadas com o detalhamento técnico e efetiva construção do navio.

A principal atividade da Fase de Avaliação denomina-se "Análise de Opções", cuja duração é de aproximadamente dezoito meses, e que consiste em uma sistemática com base em ferramentas de apoio à decisão para determinação da configuração do meio. A Análise de Opções é composta por dois processos distintos:

- Análise de Benefícios, que permite a atribuição de valores numéricos, proporcionais às vantagens oferecidas, a cada característica do navio. Ao final, tem-se o

denominado “Benefício Total”, definido como a soma dos benefícios individuais avaliados durante toda a vida do meio; e

• Análise de Custos, formulada com o intuito de avaliar o valor global de recursos do navio durante toda a sua vida, conhecido como “custo de posse” (*whole life cost*)[4], conceito que abrange desde os estudos de concepção até os gastos com alienação, incluindo os gastos com construção, treinamento, operação e manutenção.

Benefícios e custos possuem limites amplos e bem definidos: para os benefícios, o limite inferior é a capacidade mínima aceitável de operação, e o superior é definido pelo que a tecnologia pode oferecer; em termos de custos, o limite inferior é geralmente definido pela opção “nada a fazer” que, em geral, representa a manutenção da situação atual. O limite superior pode ser definido pelo valor do orçamento disponível.

Uma solução completa de configuração de um navio terá um custo e um benefício total associados, e assim pode ser visualizada em um gráfico bidimensional, denominado no RU como “Espaço de Negociação de Custo x Benefício” (Figura 1 do Anexo). A montagem desse gráfico, e sua utilização no processo de decisão para a configuração do navio são abordadas a seguir.

2.1 Menu de Opções

A análise de custo x benefício é realizada com base nos principais requisitos que caracterizam o objeto em estudo. No caso de navios de guerra, os requisitos podem incluir itens tais como velocidade máxima do meio, raio de ação, comprimento do hangar, empregos de armamentos, alvos a serem detectados e quantidade de leitos a bordo, dentre tantos outros. Para cada um desses requisitos há diversas possibilidades de implementação, e a escolha da melhor opção dependerá essencialmente das vantagens e custos associados a cada uma delas.

A sistemática adotada no RU prevê a construção de uma matriz de requisitos e alternativas de implementação, denominada “Menu de Opções”, como o ponto de partida para as análises de custo x benefício, conforme ilustrado na Figura 2 do Anexo. O Menu de Opções deve conter apenas itens que podem alterar de forma significativa as funcionalidades do navio e os custos do projeto. Sua construção é realizada ainda nas fases iniciais, com base

[4] É interessante observar que o conceito de custo de posse tem assumido importância cada vez maior no RU, em função principalmente de crescentes restrições orçamentárias, com a tendência de considerar os custos de operação tão relevantes quanto os atendimentos aos requisitos técnicos.

em informações de projetos anteriores, normalmente armazenadas em bancos de dados, e nos requisitos do usuário.

Nem todas as funcionalidades do navio serão objeto de discussão e estudos de opções. Por exemplo, o emprego de determinado armamento desenvolvido pela indústria nacional pode fazer parte do conjunto de definições de caráter político-estratégico estabelecidas no início do projeto, e portanto não caberão avaliações sobre alternativas para seu emprego, mesmo que, do ponto de vista técnico, seja possível vislumbrar soluções mais adequadas.

Entender os requisitos do usuário é o ponto de partida para a construção do Menu de Opções, o que significa que sua construção deve contar com a participação dos setores responsáveis pela especificação inicial de requisitos. Durante todo o processo, ele deverá ser atualizado com novas opções, ou então ter algumas removidas, de acordo com o aumento da maturidade das informações obtidas em cada etapa. Nota-se, portanto, que sua construção ocorre de forma dinâmica e adaptada para cada projeto específico.

A uma determinada combinação das alternativas constantes no Menu de Opções corresponderá uma configuração completa do meio, conforme ilustrado na Figura 3 do Anexo. Pode-se imaginar que, dependendo da quantidade de opções presentes no Menu, o número de combinações, ou configurações completas, será muito grande, justificando o emprego de metodologias para comparação entre as diversas possibilidades. É nesse sentido que são calculados valores de benefícios e de custos.

2.2 Cálculo de Benefícios

O cálculo de benefícios visa a estabelecer uma quantificação do nível de retorno esperado para o navio em obtenção, levando em consideração as opiniões de todos os interessados no projeto, com o apoio de ferramentas apropriadas, e com base nos requisitos do usuário.

Para cada possível configuração do navio, será atribuído um valor denominado “benefício total”, definido como a soma dos benefícios decorrentes da prestação da capacidade do meio, avaliado durante toda a sua vida. O benefício total pode incluir tanto medidas diretas da capacidade militar do meio, quanto benefícios indiretos para o país como um todo, como a geração de empregos, por exemplo.

O cálculo dos benefícios é realizado com o emprego de medidas de desempenho capazes de diferenciar e classificar as diversas alternativas associadas a cada requisito do

meio. Tais medidas podem assumir formas simples ou complexas, dependendo da capacidade que se deseja analisar.

Como exemplo, tome-se o raio de ação do navio. A avaliação de suas alternativas pode empregar medidas de desempenho simples, baseadas apenas em um fator de proporcionalidade, de forma que 10.000 milhas náuticas (mn) será uma opção duas vezes melhor do que 5.000 mn.

Outros requisitos demandam avaliações subjetivas, como por exemplo, "susceptibilidade acústica", que no projeto britânico, apresenta as seguintes opções:

- Sem tratamento acústico específico para os sistemas auxiliares;
- Projeto de sistemas auxiliares com baixo nível de ruído acústico; e
- Posterior redução do ruído por meio de isolamento acústico na praça de máquinas.

Note-se que a primeira opção equivale a não tomar nenhuma ação, e que a última indica uma ação a ser executada posteriormente, após a construção do navio. Considerando o projeto das fragatas britânicas, a necessidade de desenvolver navios silenciosos para combate a submarinos leva intuitivamente ao entendimento de que o projeto de sistemas com baixo nível de ruído acústico é a opção com maior vantagem, enquanto que não realizar nenhum tipo de tratamento acústico é a opção menos recomendada. Entretanto, a determinação de "quanto" a segunda opção é melhor que a primeira não é tarefa elementar.

Em alguns casos, essa análise pode não ser tão direta, e a definição de medidas de desempenho poderá depender dos requisitos do usuário, de resultados de avaliações operacionais, de investigações conduzidas pelo próprio MoD-RU, ou de estudos realizados por outros especialistas, o que pode levar a complexas equações matemáticas, a partir das quais avalia-se a importância relativa de cada alternativa elencada.

2.2.1 Árvore de Benefícios

Essas avaliações, no entanto, propiciam a mensuração das alternativas relacionadas a uma determinada capacidade do meio, o que permite o estabelecimento de uma classificação entre elas. Já a comparação entre diferentes requisitos é tarefa totalmente subjetiva, e dependerá fortemente das preferências estabelecidas pelo usuário. De alguma forma, a metodologia para cálculo de benefícios deverá ser capaz de identificar, entre dois requisitos distintos do navio, tais como "tipo de canhão" e "propulsão", qual trará maior contribuição para o propósito ao qual se destina. Trata-se, na verdade, de estabelecer uma

normalização para os benefícios calculados, o que é realizado através da estrutura denominada "Árvore de Benefícios".

A Árvore de Benefícios é uma estrutura hierarquizada construída para abrigar as expectativas associadas com a obtenção do novo navio. Ela pode ser composta por itens, ou critérios, de caráter genérico como "destruir/neutralizar alvos de superfície", "suscetibilidade a minas" e "emissões de gases", devendo ser adaptada para cada tipo de projeto. No caso de fragatas, por exemplo, haverá uma série de itens que não estarão presentes no projeto de um navio de pesquisa ou de um navio fluvial. A Figura 4 do Anexo A apresenta um extrato da Árvore de Benefícios empregada pelo RU no desenvolvimento das fragatas T26.

Em um momento inicial, não há conexão direta entre os requisitos estabelecidos pelo usuário e os critérios contidos na Árvore de Benefícios. A intenção é forçar os interessados no projeto a definirem graus de importância relativos, ou "pesos", para os diversos critérios.

No projeto das fragatas T26, os critérios da Árvore de Benefícios foram agrupados em três categorias principais:

- Efeito Militar: critérios relacionados com a capacidade de fornecer diferentes resultados operacionais, a fim de minimizar as próprias baixas e permitir a melhor combinação de soluções para fazer frente às ameaças previstas. Estão incluídos nesta categoria benefícios tais como "proteção do espectro eletromagnético", "detecção de objetos na superfície" e "interoperabilidade com outras marinhas";
- Cidadania: critérios que têm impacto na sociedade e no meio ambiente, incluindo o desenvolvimento sustentável. Incluem benefícios relacionados com a sustentabilidade ambiental, emissões de gases e ruídos oceânicos; e
- Apoio à Indústria do Reino Unido: critérios que têm impacto na sustentação da base industrial do RU, e na sua soberania na produção de itens de defesa.

Os critérios da Árvore de Benefícios serão ponderados para reproduzirem com o que e quanto o usuário se preocupa com cada um deles. Tais ponderações são definidas através de ferramentas de análise operacional a fim de se minimizar a subjetividade envolvida na atribuição dos pesos para cada critério.

No caso do projeto conduzido no RU, para atribuição de pesos foi empregado o método matemático denominado "Elucidação de Escolhas por Múltiplos Atributos" (*Multiple Attribute Choice Elucidation* – MACE), um tipo de Método Multicritério de Apoio à Decisão.

O MACE é utilizado no âmbito do MoD-UK para a "aplicação de medidas objetivas para os méritos relativos de opções excludentes de aquisição" (RESEARCH, 2007, p. 4-10).

> O MACE traduz questões-chave a partir dos requisitos para as opções a serem consideradas em itens lógicos conhecidos como critérios. Para cada critério, o MACE deriva um valor numérico. O resultado intermediário é uma hierarquia de critérios claramente definidos e mensuráveis, para apoio à avaliação (RESEARCH, 2007, p. 4-10).

O MACE faz uso de preferências definidas pelos interessados, ou especialistas no assunto, e leva em consideração que tais preferências serão diferentes de um tomador de decisão para o outro. Para tal, são empregados fatores de ponderação pré-definidos para cada critério constante da Árvore de Benefícios, estabelecidos no início do projeto e acordados entre as partes interessadas.

Os fatores de ponderação visam a minimizar os subjetivismos e, ao mesmo tempo, forçar uma comparação entre critérios, distinguindo-se quais os ramos da Árvore de Benefícios exercem preponderância sobre os demais.

2.2.2 Cálculo dos Benefícios Associados às Opções

O estabelecimento de um método de mensuração dos benefícios associados a cada capacidade do navio, ou seja, a medida da importância relativa de cada uma das funcionalidades inseridas no Menu de Opções, é realizado através do mapeamento entre as requisitos listados no Menu de Opções e os critérios da Árvore de Benefícios. Na verdade, cada medida de desempenho estabelecida no Menu é correlacionada a um ramo da Árvore; estes, por sua vez, possuem valores de benefícios associados. Dessa forma, os benefícios registrados na Árvore podem ser transportados para as capacidades do Menu de Opções.

Essa associação, por simples que pareça, segue uma metodologia complexa e envolve um grande esforço, contando com a participação das autoridades aprovadores do projeto. Elas certificam-se de que o mapeamento leva em consideração, de forma apropriada, os requisitos do usuário, principalmente por ser uma atividade que possui certo nível de subjetividade; daí a importância de uma documentação estruturada de forma a suportar as decisões tomadas ao longo do processo. Caso contrário, o resultado final não contemplará adequadamente as expectativas do cliente.

Ao término desta fase, todas as alternativas constantes do Menu de Opções possuirão um valor de benefício associado, que tanto dependerá da capacidade do navio ao

qual se referem, quanto do valor relativo entre alternativas, calculado através das medidas de desempenho.

2.3 Cálculo de Custos

O processo para escolha da configuração do navio requer o detalhamento dos custos de cada alternativa associada com as diversas capacidades listadas no Menu de Opções, sendo necessário estabelecer um relacionamento com a cadeia de potenciais fornecedores a fim de se obter estimativas de custos com certo grau de precisão. Essas estimativas incluem tanto os sistemas de plataforma quanto o sistema de combate do meio.

No projeto das fragatas T26, as estimativas preliminares de custos são desenvolvidas com o uso de ferramentas computacionais da própria BAES, empregando bancos de dados de projetos anteriores. Isso permite aos projetistas entender quais sistemas e equipamentos têm maior probabilidade de impactar o projeto e, a partir daí, as informações sobre custos podem ser refinadas.

Detalhamentos das informações de custo são obtidos através de documentos encaminhados às empresas, denominados "solicitação para cotação" (*request for quotation* – RFQ). No RU, os RFQ tomam forma de complexos formulários padronizados, que incluem custos de aquisição, complexidade do treinamento requerido, custos de manutenção ao longo de toda a vida útil do sistema ou equipamento, estratégias para gerenciamento da obsolescência e custos associados com a baixa, que juntos compõem o custo de posse.

A estratégia de aquisição de cada projeto irá influenciar a quantidade de fornecedores que receberão os RFQ. Dependendo do sistema ou equipamento, a estratégia poderá explorar diferentes tipos de obtenção, tais quais:

- fornecedor único;
- fornecedor preferencial;
- competição plena;
- compras modulares; e
- separação entre a obtenção e integração de sistemas.

A análise das informações recebidas das empresas dependerá do grau de complexidade do projeto. No caso das T26 britânicas, os custos de cada equipamento ou sistema foram desmembrados em extensas planilhas, permitindo a comparação item a item de cada sistema e equipamento, e a partir daí a busca por informações mais detalhadas junto aos fornecedores. A determinação dos custos é essencial para a escolha da configuração do navio.

2.4 Ordem de Compra

Para cada configuração completa do navio, obtida pela combinação das alternativas listadas no Menu de Opções, determina-se o custo total e o benefício total, pela soma algébrica dos custos e benefícios individuais de cada alternativa. Esses valores podem então ser transportados para um gráfico custo x benefício.

A complexidade do Menu de Opções, ou seja, a quantidade de alternativas associadas a cada capacidade do navio, pode levar a uma explosão combinatória de potenciais soluções completas, conforme ilustrado na Figura 5 do Anexo A, utilizando dados do projeto das T26 britânicas. Isso exigirá o uso de ferramentas para redução do número de soluções a serem consideradas no processo de determinação de configuração do meio.

Inicialmente, devem ser aplicados dois importantes limitadores naturais ao espaço de negociação, o que reduzirá de forma considerável a quantidade de variáveis a serem analisadas:

- Orçamento – constitui-se um limitador impositivo externo, e soluções que excedem em grande quantidade o orçamento estabelecido devem ser desconsideradas. No entanto, aquelas soluções que residem no entorno do limite do orçamento não devem ser descartadas, pois ao longo do desenvolvimento do projeto novos patamares orçamentários podem ser estabelecidos. É importante, portanto, a definição de uma estimativa orçamentária, ainda nas fases preliminares do projeto; e
- Limite dos benefícios – nos gráficos de custo x benefício, observa-se regiões onde os custos das configurações completas aumentam sem o correspondente aumento dos benefícios associados. Configurações nessa região podem ser descartadas.

A combinação desses elementos conduz à análise de um conjunto universo reduzido de configurações completas, normalmente na região próxima ao limite orçamentário, conforme ilustrado na Figura 6 do Anexo. Na prática, os sistemas informatizados responsáveis pelos cálculos de custo e benefício costumam desprezar valores localizados em regiões afastadas do limite orçamentário, o que significa uma redução automática do número de opções consideradas.

A partir dessa redução, pode-se empregar ferramentas de software com algoritmos relativamente simples para a localização das melhores configurações, com base na otimização de Pareto.

> Ou seja, uma solução ótima [...] é aquela em que a redução no valor de uma, não implique em um aumento no valor de nenhuma das outras. Uma otimização de Pareto resulta em um conjunto de soluções que atendem ao critério de compromisso

> e que define a fronteira de Pareto (ou conjunto de Pareto). Qualquer uma delas poderá ser usada como a solução para o problema e caberá ao projetista escolher a que será implementada na prática (SOUSA, 2002, p. 31).

O conjunto de soluções que residem na fronteira de Pareto representam, em última instância, aquelas que serão de fato analisadas como possibilidades de implementação. É o produto final que o assessor apresenta para as autoridades decisoras, devendo portanto conter uma quantidade reduzida de opções. Cada solução completa deve estar claramente associada com os principais equipamentos e sistemas nela incluídos.

Normalmente, o decisor optará pela solução de maior benefício dentro do limite imposto pelo orçamento disponível. Variações no orçamento imporão a escolha de outras configurações, na sequência das soluções apresentadas, obedecendo então à denominada "Ordem de Compra", ilustrada no gráfico da Figura 7 do Anexo.

A Ordem de Compra está sujeita a alterações subjetivas por parte das autoridades decisoras. Mesmo sendo obtida através de um processo bem definido, a prioridade entre as diversas soluções pode ser alterada em função de definições de caráter político-estratégico. De fato, isso ocorreu no caso do projeto britânico, com o entendimento posterior de que a implantação da *Mission Bay*[5] assumiu maior prioridade do que possuía no início do projeto.

A análise de custos e benefícios realizada no RU tem se mostrado de grande utilidade no processo de hierarquização das alternativas de configuração de um navio de guerra, não obstante o fato de que também possa ser utilizada para obtenção de outros meios, sistemas ou equipamentos. Seu emprego proporciona às autoridades decisoras informações precisas que traduzem as expectativas dos diversos atores envolvidos com o projeto, funcionando, ao mesmo tempo, como ferramenta de documentação de todo o processo, e também como eficiente forma de proporcionar transparência à sociedade, principalmente em função dos recursos financeiros envolvidos.

2.5 A influência da Terceirização na Escolha da Configuração do Navio

O modelo britânico para hierarquização de alternativas visando a definição da configuração do navio possui características intrínsecas ao formato adotado por aquele país na condução das aquisições de defesa. A mais importante delas diz respeito à transferência para a iniciativa privada da maior parte das atividades, ficando o governo com a responsabilidade

[5] Nas fragatas T26 britânicas, *Mission Bay* é uma área do convés, a vante do hangar, destinada ao lançamento e recolhimento de botes e embarcações especiais.

pelas especificações de alto nível e pelo acompanhamento e aprovação das principais decisões.

O nível de integração entre o governo e a indústria, que deve ser entendido como uma verdadeira parceria, permite esse compartilhamento de responsabilidades. Como exemplo, o projeto das fragatas T26 é funcionalmente organizado com equipes mistas compostas por profissionais da BAES, da marinha britânica e do MoD-RU, para execução de diversas etapas do projeto.

Esse relacionamento é tão próximo que, em alguns casos, a indústria chega a administrar instalações militares. É o caso, por exemplo, da Base Naval de Portsmouth, administrada pela BAES, e na qual a marinha britânica se comporta como uma mera usuária. De forma similar, os contratos de manutenção dos navios seguem modelos nos quais as empresas contratadas assumem integralmente o controle do meio durante o seu período de manutenção.

É interessante observar que há cerca de 10 anos, o RU adotava como metodologia para aquisição de novos navios sua especificação completa, ficando a indústria encarregada de buscar as soluções viáveis. Esse modelo de trabalho mostrou-se pouco eficiente e, para os projetos mais recentes, há uma ativa participação da indústria ainda nas fases iniciais.

3 EMPREGO NA MARINHA DO BRASIL

O processo adotado no RU para definição da configuração do navio pode ser adaptado para a realidade brasileira, respeitando-se as diferenças nos contextos dos dois países e nas respectivas estratégias de obtenção. Os mecanismos de análise adotados naquele país favorecem a elaboração de avaliações consistentes, e sua compreensão permite o desenvolvimento de variantes que podem ser aplicadas ao cenário brasileiro.

Especialmente em projetos como o PROSUPER, que prevê a construção, no Brasil, de navios de grande porte por estaleiro internacional em parceria com empresa brasileira (BRASIL, 2012), a metodologia britânica pode ser de grande utilidade para avaliação e comparação das propostas concorrentes. Tais propostas contemplam soluções completas, incluindo não apenas requisitos técnicos, mas também aspectos relacionados com transferência de tecnologia, apoio logístico integrado, nacionalização e *offset*.

Dada essa complexidade, a análise comparativa entre propostas não é tarefa elementar, principalmente porque elas envolvem benefícios indiretos para o país, tais como geração de empregos, desenvolvimento da indústria local, exportação para outros países etc, o

que justifica o emprego de metodologia para a determinação de benefícios. Os custos detalhados de cada proposta devem ser apresentados pelos estaleiros.

Análises de benefícios demandam a clara definição de requisitos do usuário, que na MB correspondem aos Requisitos de Estado-Maior (REM), elaborados no âmbito do Estado-Maior da Armada (EMA), e aos Requisitos de Alto Nível do Sistema (RANS), estabelecidos pelo Setor Operativo.

Os REM abrangem, de uma forma geral, o conceito de emprego do navio, definidos pelos cenários de operações, o tipo de ameaça prevista de acordo com a visão estratégica da MB, e as tarefas que o meio deverá desempenhar, tanto em situações de paz como de conflito. Os REM também incluem condicionantes para o projeto, dentre as quais limitação dos custos associados e metas de nacionalização de sistemas e equipamentos (BRASIL, 2002). Os REM possuem características muito similares ao URD utilizado no RU.

Os RANS, por sua vez, contêm informações mais detalhadas a respeito do conceito de emprego do navio, descrito em termos de tarefas básicas a serem executadas, apresentando também características de desempenho associadas aos diversos sistemas de bordo, abrangendo tanto os sistemas de plataforma (requisitos de mobilidade, casco, propulsão etc) quanto os sistema de combate e navegação (sensores, comunicações, armamento etc).

REM e RANS constituem-se como fontes primárias para a definição de critérios usados para cálculo de benefícios. Esses critérios devem mensurar o grau de importância de cada aspecto do meio, sem entrar no mérito das soluções técnicas que possam ser adotadas no decorrer do projeto, o que poderia ser realizado através de estrutura similar à Árvore de Benefícios empregada na metodologia britânica. Isso permitiria a conjugação, em um mesmo local, de preocupações de nível tático (guerra acima d'água, guerra antissubmarino etc) elaboradas pelo Setor Operativo, com aspectos de nível estratégico apresentados pelo EMA. Ao mesmo tempo, a Árvore de Benefícios permite a incorporação de variáveis que, de certa forma, extrapolam o nível da MB, como geração de emprego, nacionalização, geração de riquezas para o país etc.

Para isso, seria importante que tanto REM quanto RANS mantivessem o foco em aspectos de alto nível, sem entrar no mérito das soluções técnicas que devem ser adotadas. Na prática, os RANS costumam fornecer detalhes referentes a determinadas áreas, como quantidade de armamentos, calibre de munições e quantidade e tipos de radares. Essas informações não devem ser consideradas na confecção de uma Árvore de Benefícios, que leva em conta aspectos de caráter mais genérico, tal como abordado anteriormente. Além do mais,

esse detalhamento de informações reduz a quantidade de soluções técnicas a serem consideradas para o atendimento das necessidades operativas estabelecidas. Como consequência, os estudos subsequentes realizados com base nos RANS tendem a possuir restrições que serão consideradas no decorrer de todo o processo de obtenção do navio.

Por ser uma estrutura genérica, a Árvore de Benefícios pode ser construída com base nos mesmos princípios adotados na metodologia britânica, mesmo no caso de obtenções com características significativamente diferentes, como por exemplo, a construção das fragatas T26 (estaleiro e indústria nacionais) e os navios do PROSUPER (estaleiro e indústria estrangeiros, preocupações com nacionalização e *offset*). Também para obtenções de navios de menor porte, seja por aquisição no exterior ou por construção em estaleiro nacional, a confecção de uma Árvore de Benefícios proporcionaria aos interessados uma visão clara das prioridades e preferências, servindo ao mesmo tempo como instrumento interno para orientação das atividades dos diversos setores envolvidas, como também como ferramenta de transparência para a sociedade em geral.

Por sua vez, a construção de um Menu de Opções, dentro dos conceitos empregados no RU, exigiria sua adaptação em função das características específicas de cada processo de obtenção. Quando se tratar de concorrência entre projetos existentes, o Menu de Opções poderia abrigar nas suas colunas cada proposta individual recebida, e nesse caso as configurações completas do navio seriam obtidas por linhas verticais, com o benefício total correspondendo à soma algébrica dos benefícios associados a cada requisito. Para projetos nacionais, que envolvam a obtenção de equipamentos e sistemas em diferentes fornecedores, o Menu de Opções pode ser construído tal como ocorre no RU. A definição dos requisitos relevantes a serem considerados no Menu de Opções dependerá de cada projeto, e das prioridades percebidas pelos interessados.

Conforme abordado anteriormente, a ligação entre o Menu de Opções e a Árvore de Benefícios é realizada através de Medidas de Desempenho, que permitem quantificar o benefício associado com cada alternativa de implementação. No caso de um Menu de Opções contendo propostas concorrentes, as Medidas de Desempenho proporcionariam uma comparação direta entre propostas, para cada um dos requisitos presentes no Menu de Opções, e de acordo com os pesos definidos na Árvore de Benefícios.

O desenvolvimento de Medidas de Desempenho exigiria forte atuação dos setores técnicos da MB, pois requer essencialmente a construção de funções para avaliação das alternativas de soluções, levando em consideração tanto as preferências do Setor Operativo quanto aquelas de caráter estratégico para o país, expressas na forma de pesos na Árvore de

Benefícios. Essas funções, na sua maioria, serão elaboradas com base em modelos matemáticos oriundos da área de Pesquisa Operacional, como de fato já vem ocorrendo, com a atuação direta do Centro de Análises de Sistemas Navais (CENTRO, 2012).

Isso significaria antecipar o início do processo de Avaliação Operacional, transferindo-o da fase Preliminar para a fase de Concepção do projeto. Atualmente, está previsto que apenas "após se tornar concreto o conhecimento das definições dos sistemas do navio a ser obtido, o CASNAV iniciará o planejamento da Avaliação Operacional" (BRASIL, 2002, pág 1-6). Nesse caso, a Avaliação Operacional seria utilizada como ferramenta para a definição dos sistemas e equipamentos, e não como resultado disso.

Para adoção de uma metodologia similar à empregada no RU, torna-se necessário o estabelecimento de um canal entre os vários setores da MB envolvidos com o projeto. Esse canal deve comportar interações permanentes e de caráter dinâmico, e não apenas o envio e recebimento de documentações. Isso de fato já encontra-se previsto nas normas em vigor: "As fases de Concepção e Preliminar possuem caráter fortemente regenerativo, exigindo, consequentemente, constante interação entre o Setor Operativo e o Setor do Material" (BRASIL, 2002, p. 1-4). Para isso, o início de um projeto deve estar associado à criação de uma estrutura capaz de abrigar componentes dos Setores Operativo e Técnico, ficando essa estrutura responsável pela aplicação da metodologia adotada.

A experiência britânica mostra que a implantação de uma metodologia de análise nesses moldes demanda um grande esforço inicial para a elaboração e adaptação dos procedimentos ao problema específico em estudo (construção de grandes navios, obtenção por licitação etc). Além disso, no projeto das fragatas T26, o RU levou cerca de um ano apenas para executar a metodologia definida, em atividades conduzidas pela iniciativa privada, de acordo com o modelo de terceirização adotado por aquele país.

Ressalta-se que, no caso do Brasil, a ausência de projetos de grande vulto na área da construção naval militar, nos últimos anos, representa um fator de dificuldade, levando em consideração que o conhecimento acumulado representa importante auxílio na aplicação de qualquer metodologia, em especial para análise de configurações de navios complexos.

A apresentação das alternativas hierarquizadas para o CM, conforme previsto nas Normas para Logística de Material (BRASIL, 2002), pode seguir o modelo da Ordem de Compra apresentada na Figura 7 do Anexo. No caso de aquisições envolvendo propostas concorrentes, como o PROSUPER, cada ponto da curva corresponderá a uma proposta diferente. Essa avaliação, aliada às informações a respeito do orçamento e, principalmente,

aos aspectos político-estratégicos, passam a constituir os elementos necessários para a tomada final de decisão.

4 CONCLUSÃO

Como parte do processo de obtenção de um meio naval, as normas de logística em vigor na Marinha do Brasil preveem a realização de estudos técnicos para fornecer, às autoridades decisoras, subsídios que permitam a escolha da configuração mais adequada do meio. Esses estudos, que são realizados ainda nas fases iniciais do processo, devem apresentar as alternativas de configuração do navio na forma de uma lista hierarquizada, ou seja, em ordem de prioridade. Para tal, é necessário a realização de análise minuciosa das várias características associadas ao navio, levando em consideração aspectos de níveis estratégico e técnico. O próprio conceito de "hierarquização" é abrangente e muitas vezes subjetivo, demandando o entendimento das vantagens e desvantagens associadas com cada possível opção, o que torna a ordenação de alternativas uma tarefa complexa. A realização dessa atividade requer, portanto, o uso de ferramentas de auxílio à decisão que possam orientar a condução do processo e propiciar informações de melhor qualidade.

Nos últimos anos, o Reino Unido adotou, para seus projetos de navios de guerra, uma metodologia para determinação da configuração baseada na análise de custos e benefícios. As prioridades do projeto são definidas a partir dos requisitos fornecidos pelos usuários, e empregadas para mensuração dos benefícios associados aos aspectos mais relevantes do projeto, através do uso de técnicas matemáticas. Os custos são obtidos de forma padronizada junto aos fornecedores, e abrangem, além da aquisição dos sistemas e equipamentos, os gastos previstos com o treinamento e com a manutenção. Essa metodologia permite a análise de informações abrangentes que normalmente extrapolam as características técnicas do navio, incluindo aspectos relacionados com benefícios indiretos gerados para a nação.

A aplicação da metodologia britânica no contexto brasileiro é viável, e requer poucas adaptações, mesmo levando em consideração os diferentes modelos de obtenção de meios navais adotados nos dois países. A terceirização de grande parte das atividades dos projetos de defesa no Reino Unido exerce forte influência no modo como o processo é conduzido naquele país; no caso brasileiro, o papel preponderante na condução das análises técnicas para determinação da configuração do meio é desempenhado pela Marinha do Brasil,

que deverá constituir um grupo com participantes dos setores técnicos e operativos, interagindo de forma constante e dinâmica durante todo o processo.

Para o desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão para escolha da configuração do navio, é necessário o emprego de ferramentas da Avaliação Operacional já nas fases preliminares do projeto, e não apenas após a definição das características do meio.

O emprego de metodologia para hierarquização de alternativas de configuração de meios navais baseada em análises de custos e benefícios proporcionará o aumento da qualidade dos processos adotados na Marinha do Brasil. Especialmente no caso dos importantes projetos de obtenção que se encontram em andamento, tal metodologia garantirá a transparência de informações para todos os interessados e permitirá a apresentação, de forma clara e concisa, das alternativas de configuração do meio para escolha por parte das autoridades decisoras.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Estado-Maior da Armada. *EMA-420*: normas para logística de material. Brasília, 2002.

_____. Estado-Maior da Armada. *EMA-400*: manual de logística da Marinha. Brasília, 2003.

_____. Comandante da Marinha. *Mensagem de Fim de Ano*. [Brasília, DF], 2012. Disponível em: <http://www.mar.mil.br/hotsites/msg_fimdeano_cm/2012/msg_cm/msg_cm.pdf>. Acesso em 19 ago. 2013.

_____. Escola De Guerra Naval. Orientações de estruturação de Citações e Referências em Trabalhos Acadêmicos da EGN. Rio de Janeiro, 2013.

CENTRO DE ANÁLISES DE SISTEMAS NAVAIS – CASNAV. **Notícias**. 2012. Disponível em <https://www.casnav.mar.mil.br/s/?q=node/25>. Acesso em 26 ago. 2013.

FRANÇA, Júnia Lessa; VASCONCELLOS, Ana Cristina de. **Manual de normalização de publicações técnico-científicas**. 8ª ed. rev. e amp. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2007.

RESEARCH AND TECHNOLOGY ORGANISATION – RTO. **Methods and Models for Life Cycle Costing**: Final Report of Task Group SAS-054. 2007. Disponível em <http://ftp.rta.nato.int/public//PubFullText/RTO/TR/RTO-TR-SAS-054///$$TR-SAS-054-ALL.pdf>. Acesso em 15 jul. 2013.

SOUSA, Fabiano Luis de. **Otimização extrema generalizada**: um novo algoritmo Estocástico para o projeto ótimo. 2002. 142f. Tese (Doutorado em Computação Aplicada) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, 2002.

ANEXO

FIGURAS

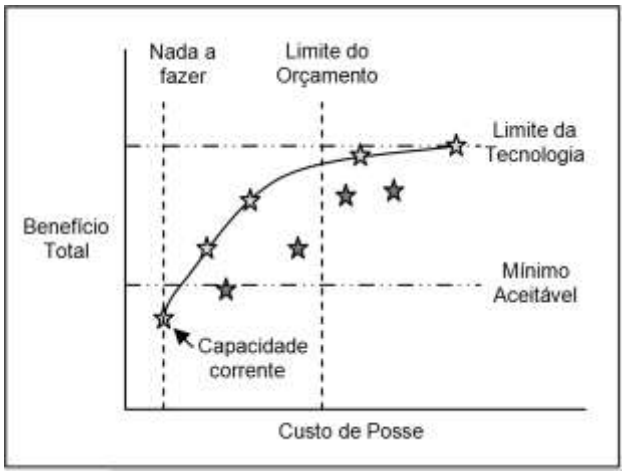
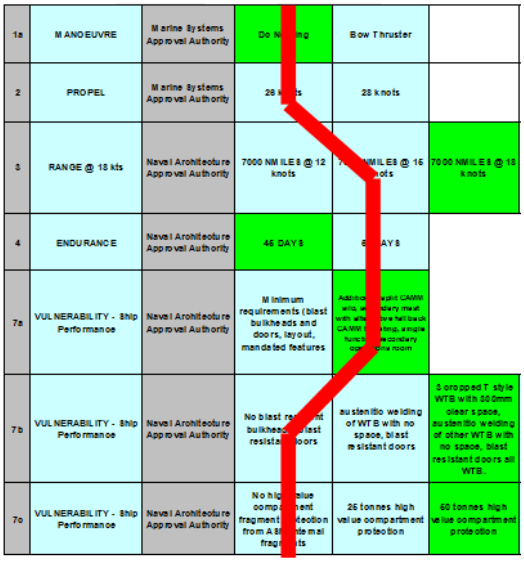


Figura 1 – Espaço de Negociação de Custo x Benefício.

Option No.	Capability Option Name	Capability Option description	Choice 1	Choice 2	Choice 3	Choice 4	Choice 5
12	TACTICAL FIRES	Capability to create Fires at the Tactical Level of War (UR-410).	4.5" gun with magazine for 360 off 4.5" rounds (no IPMD for 127mm)	4.5" gun with magazine for 560 off 4.5" rounds (no IPMD for 127mm)	4.5" gun with magazine for 720 off 4.5" rounds (no IPMD for 127mm)	4.5" gun with retrofit IPMD for 127mm/5" gun on Ships 1-5, and 127mm/5" gun at build from ship 06; plus magazine for 560 off 4.5" rounds	4.5" gun with retrofit IPMD for 127mm/5" gun on Ships 1-5, and 127mm/5" gun at build from ship 06; plus magazine for 720 off 4.5" rounds
16a	OPERATIONAL FIRES - capacity	Capacity to deploy flexible munitions, in support of UR-606 "provide [Force Protection] against the Land [Threat]", and providing potential for future support of UR-602 "provide [Force Protection] against the Surface [Threat]", and UR-603 "provide [Force Protection] against the Submarine [Threat]".	Nil	IPMD for 16 x VL silo	8 x VL silo	16 x VL silo	32 x VL silo
16b	OPERATIONAL FIRES - flexibility	Flexibility to create Fires at the Operational Level of War (UR-301) with various types of munition.	Nil	Sylver A70 launcher (with TLAM)	Mk. 41 VLS launcher (with TLAM)		
17	AAW EFFECT	Capability to neutralize/destroy air targets, in support of UR-601, "provide local [Force Protection] against the Air [Threat]".	Nil	IPMD for Phalanx 1b			

Figura 2 – Menu de Opções.



1a	MANOEUVRE	Marine Systems Approval Authority	Do N[illegible]ing	Bow Thruster	
2	PROPEL	Marine Systems Approval Authority	28 k[illegible]ts	28 knots	
3	RANGE @ 18 kts	Naval Architecture Approval Authority	7000 NM ILES @ 12 knots	[illegible]NMILES @ 16 [illegible]nots	7000 NMILES @ 18 knots
4	ENDURANCE	Naval Architecture Approval Authority	45 DAYS	6[illegible]AYS	
7a	VULNERABILITY - Ship Performance	Naval Architecture Approval Authority	Minimum requirements (blast bulkheads and doors, layout, mandated features	Addition[illegible]split CAIW with s[illegible]dary mast with alte[illegible]ive hull body CAIW [illegible]ting, single funct[illegible]secondary operating room	
7b	VULNERABILITY - Ship Performance	Naval Architecture Approval Authority	No blast re[illegible]nt bulkhead[illegible]last resista[illegible]oors	austenitic welding of WTB with no spoce, blast resistant doors	3 cropped T style WTB with 900mm clear space, austenitic welding of other WTB with no space, blast resistant doors all WTB.
7c	VULNERABILITY - Ship Performance	Naval Architecture Approval Authority	No hig[illegible]alue comp[illegible]ent fragment[illegible]otection from A[illegible]de mal frag[illegible]ts	25 tonnes high value compartment protection	50 tonnes high value compartment protection

Figura 3 – Obtenção de uma configuração completa do meio a partir do Menu de Opções.

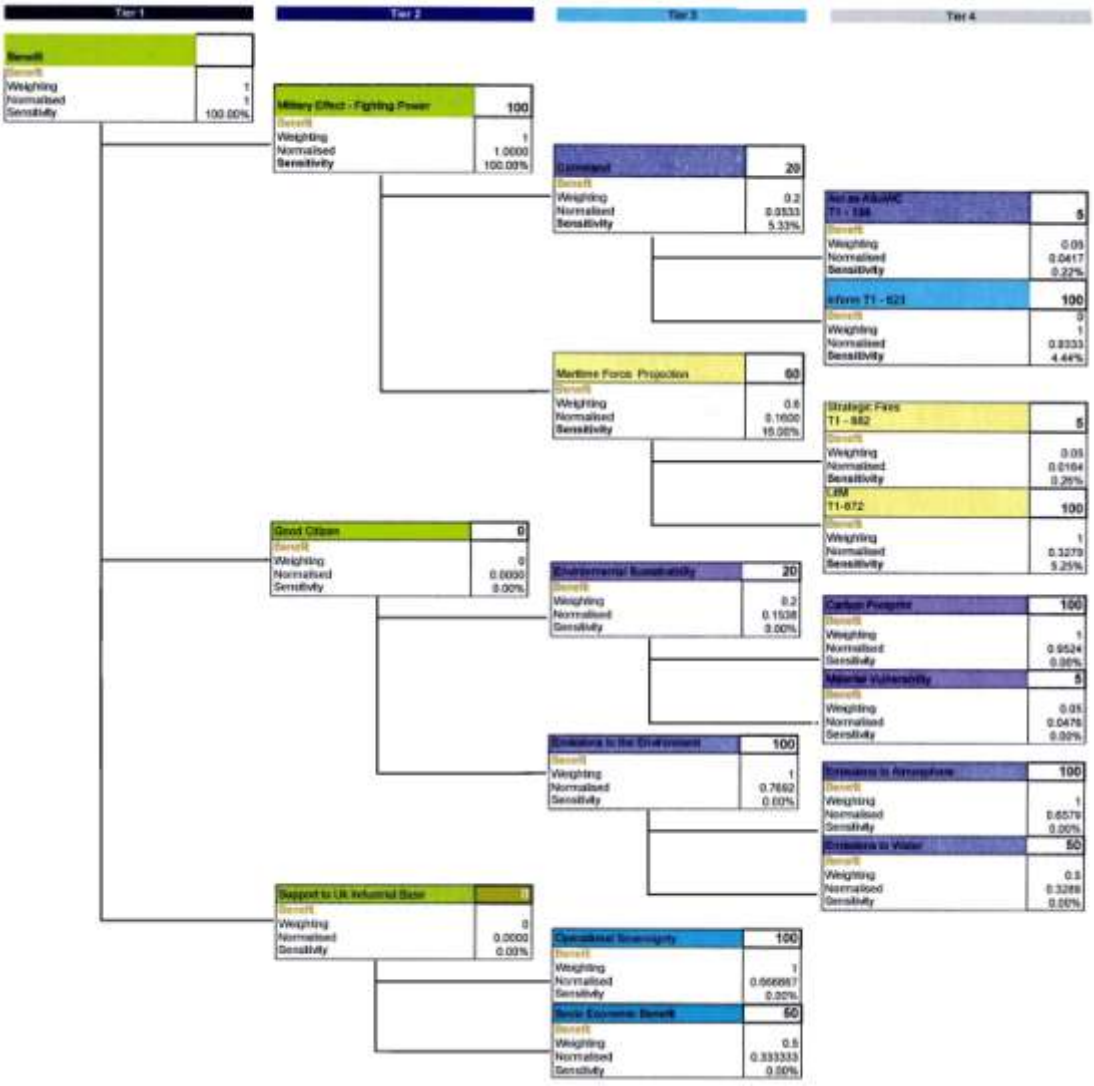


Figura 4 – Árvore de Benefícios.

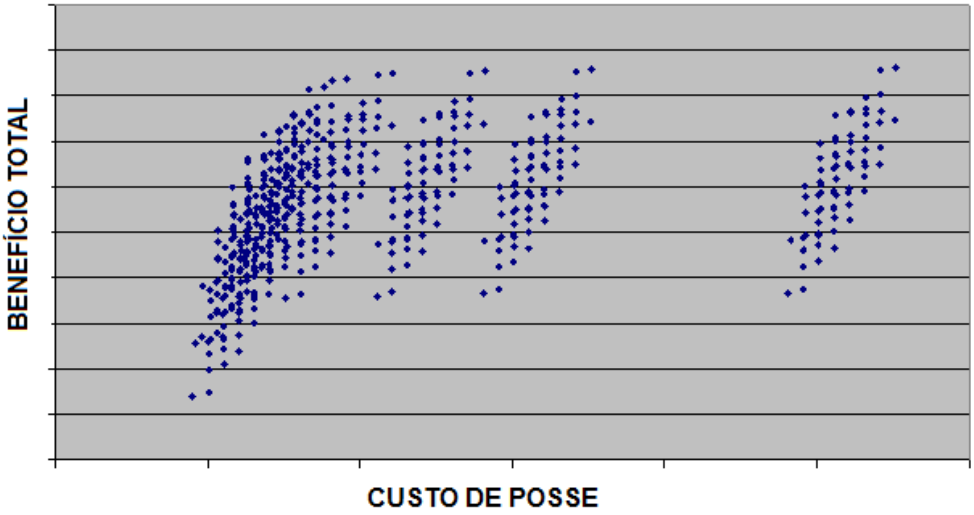


Figura 5 – Conjunto de configurações completas.

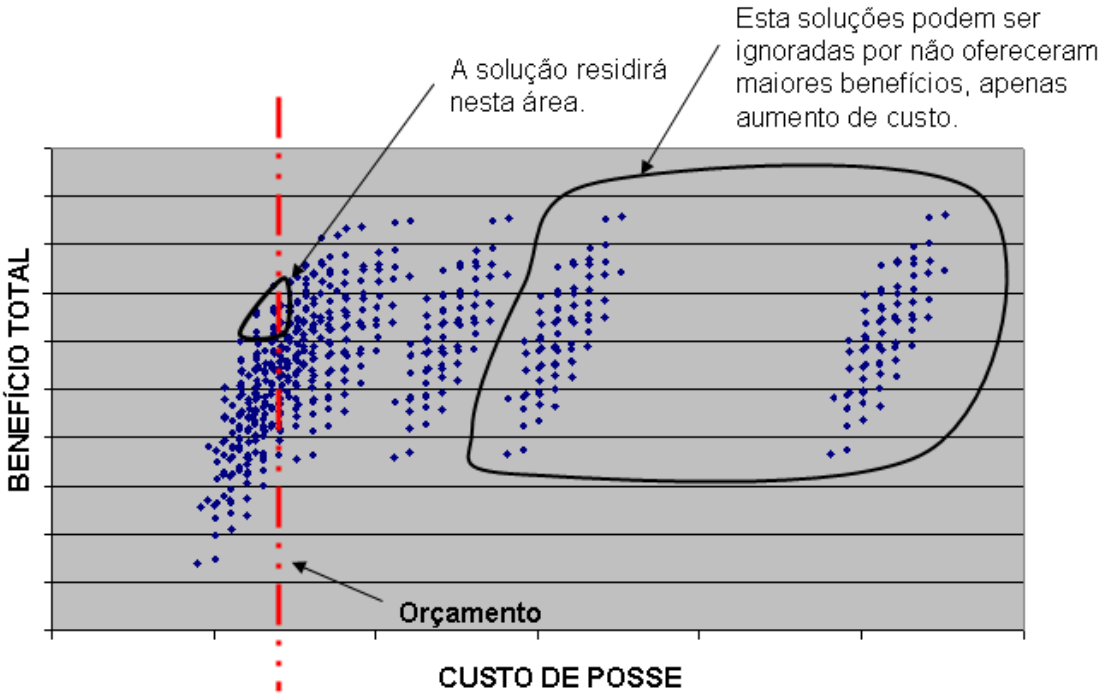


Figura 6 – Redução do espaço de negociação custo x benefício.

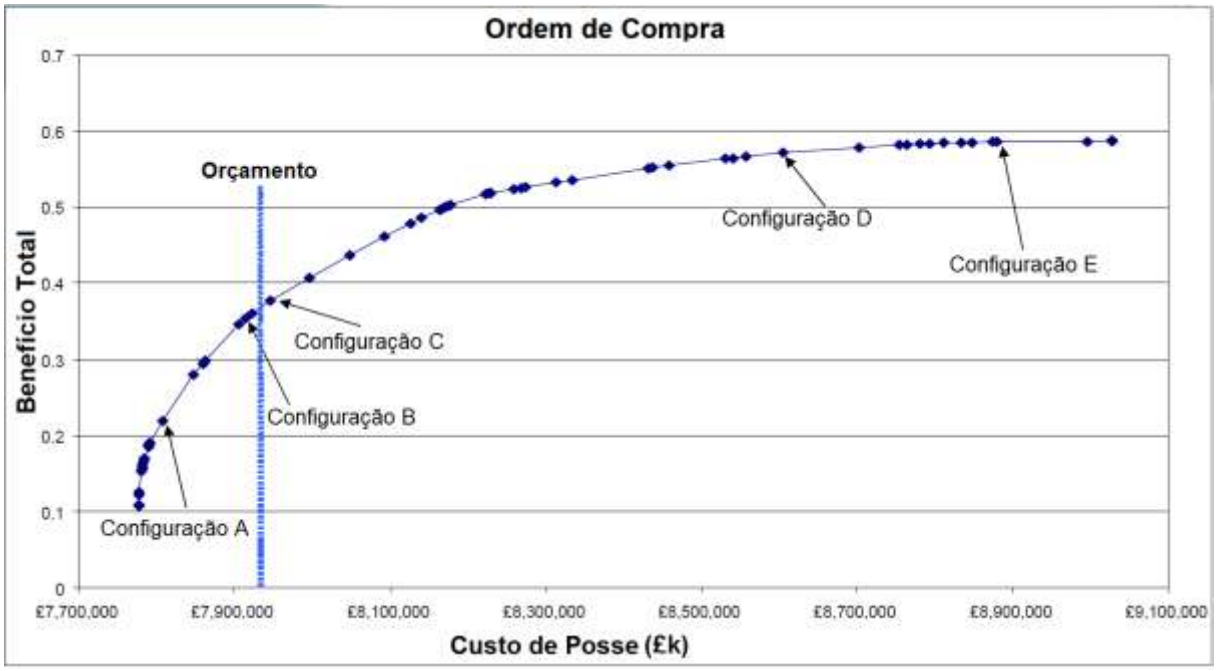


Figura 7 – Ordem de Compra.