

Processos de Avaliação em Sistemas Complexos de Defesa: Estudo de Caso SisGAAz

Cleber Almeida de Oliveira, D.Sc. (Fundação Ezute)

Marcus Vinícius da Silva Roberto, M.Sc. (DGePM)

Yuri Leipner, M.Sc. (Fundação Ezute)

Resumo

Os projetos estratégicos no setor de defesa são os indutores no processo de evolução tecnológica e doutrinária das Forças Armadas. O desenvolvimento desses projetos, caracterizados como sistemas complexos, visam a atender às necessidades e às capacidades operacionais definidas para as Forças.

O Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul (SisGAAz) é um programa da Marinha do Brasil (MB), com características duais, que atende às orientações da Estratégia Nacional de Defesa (END) de implementar um sistema de monitoramento e controle nas Águas Jurisdicionais Brasileiras (AJB).

A complexidade tecnológica para o desenvolvimento do Programa SisGAAz se caracteriza pela: a) multiplicidade de tecnologias envolvidas no seu desenvolvimento, principalmente quanto à integração dos sensores a serem instalados; b) abrangência da área a ser monitorada; c) integração dos sistemas existentes (legados); d) demanda de estrutura especializada de suporte logístico necessária para o transporte, implantação dos sistemas e capacitação técnica dos recursos humanos; e e) interação dos componentes da Tecnologia de Informação com o componente humano.

Neste cenário, a Engenharia de Sistemas exerce um papel importante na transformação e decomposição das necessidades operacionais em requisitos dos sistemas, otimizando a concepção, bem como a posterior composição e integração dos projetos estratégicos, por ocasião da implementação. Contudo, no caminho a ser percorrido pela Engenharia de Sistemas na condução dos projetos estratégicos, há inúmeros problemas de decisão envolvendo múltiplos critérios e alternativas nos quais deverão ser aplicados processos formais de Apoio Multicritério à Decisão (AMD), visando à obtenção de elementos que venham a subsidiar e esclarecer as recomendações para a tomada de decisão, à luz dos julgamentos estabelecidos.

Este artigo apresenta um estudo de aplicação de processos formais de AMD no Programa SisGAAz.

1. Introdução

Com o intuito de melhor desempenhar as suas atribuições constitucionais, a MB decidiu implantar um sistema de monitoramento e de comando e controle desenvolvido sob medida de acordo com as suas necessidades, denominado SisGAAz. O monitoramento abrange as águas jurisdicionais brasileiras, a área de responsabilidade para a salvaguarda da vida humana no mar, a área SAR, e as de interesse do país. A fim de garantir a perenidade na sua operação e servir de estímulo para o progresso, o sistema deve ser desenvolvido no Brasil, de modo que a Base Industrial de Defesa nacional seja usada preferencialmente, ainda que algumas partes possam ser adquiridas no exterior.

A obtenção do SisGAAz foi planejada para ser executada em três grandes fases:

Concepção: Fase na qual o problema de monitoramento e de comando e controle das águas jurisdicionais e de interesse brasileiras foi cuidadosamente levantado e especificado em um conjunto de documentos que descrevem o funcionamento e as capacidades que o SisGAAz deve ter, sem a indicação de qualquer tecnologia. Essa fase foi encerrada com sucesso.

Contratação: Fase atual, na qual a proposta mais vantajosa para o desenvolvimento e implantação do SisGAAz deve ser selecionada. Essa seleção foi idealizada para ser realizada em

duas etapas a saber: montagem de uma “*Short List*” (análise das propostas e redução da lista de proponentes); e seleção da proposta vencedora dentre as pré selecionadas na “*Short List*”.

As empresas interessadas em concorrer ao papel de *Main Contractor* do SisGAAz receberam os documentos gerados no final da fase de Concepção e, com base nas funcionalidades, métricas, requisitos e na arquitetura de alto nível contidas na documentação, elaboraram as suas propostas. Uma comissão composta somente por servidores civis e militares da MB montada especialmente para o processo de avaliação do SisGAAz, utilizando-se de métodos multicritério de apoio à decisão, avaliou cada aspecto de cada proposta com o intuito de obter a “*Short List*”, que foi definida em outubro de 2015.

Essa fase foi interrompida por falta de recursos logo após a promulgação da “*Short List*”. O próximo passo planejado seria uma realimentação das avaliações efetuadas pela comissão para que cada candidata aprimorasse a sua proposta para uma nova rodada do processo de avaliação, com o intuito de ser determinada a vencedora.

Desenvolvimento: Fase na qual a empresa selecionada na fase anterior seria responsável pelo desenvolvimento propriamente dito do sistema, seguindo as especificações elaboradas na primeira fase. Essa fase não foi iniciada.

Resumo Histórico do Programa SisGAAz:

20MAR2014 – Entrega do Pedido de Proposta às empresas interessadas;

19JAN2015 – Entrega das Propostas pelas candidatas ao papel de *Main Contractor* do SisGAAz;

FEV a OUT2015 – Avaliação e análise das propostas pela Comissão de Avaliação da Arquitetura (CAVA) para a obtenção da “*Short List*”; e

29OUT2015 – Divulgação da “*Short List*” e interrupção do SisGAAz por tempo indeterminado em virtude da escassez de recursos da MB.

2. Situação atual

Após um ano da interrupção do programa, veio da Alta Administração da MB a solicitação para que um estudo fosse feito com o intuito de verificar se, e como, o SisGAAz poderia ser implementado por meio de uma sucessão de metas curtas, aceitáveis, exequíveis e compatíveis com a atual situação orçamentária do setor governamental, haja vista que tanto o meio militar naval como o civil ligados às atividades marítimas estão convencidos da necessidade do Brasil possuir um sistema de monitoramento proporcional à sua extensão costeira.

O maior obstáculo para a realização desse estudo foi a elaboração de um cenário que permitisse uma estimativa do montante de recursos que seriam disponibilizados futuramente para o desenvolvimento do sistema. Na verdade, ainda há grandes dúvidas quanto ao momento e ao valor dos recursos a serem disponibilizados.

Portanto, com o intuito de prover as informações solicitadas pela Alta Administração, a Diretoria de Gestão de Programas da Marinha (DGePM) decidiu adotar uma abordagem diferenciada. Com o concurso da Fundação Ezute, responsável por auxiliar a MB na produção de toda a documentação da fase de Concepção, iniciou-se a elaboração de um modelo matemático do SisGAAz que será capaz de responder à seguinte pergunta:

Qual a melhor parte componente do SisGAAz que poderá ser desenvolvida dado um valor qualquer em reais?

A ideia é que a DGePM possa responder com agilidade a qualquer montante de recursos que seja disponibilizado futuramente, sendo capaz de obter por meio de uma ferramenta de apoio à decisão, o projeto básico correspondente à melhor parte componente do SisGAAz que possa ser obtida com o valor disponível.

Para que tal modelo possa ser construído faz-se necessária uma investigação junto ao Setor Operativo da MB para determinar prioridades de áreas de atuação e de funcionalidades do sistema. Além disso, é necessária a determinação de regras de causalidade das partes componentes do sistema que garantam que cada subconjunto implantado possa funcionar plenamente. Isto é: que todas as condições prévias estejam presentes para operação da parte implementada.

O modelo deverá, ainda, deixar espaços para que os custos atrelados às partes do sistema sejam informados de modo que a restrição da disponibilidade financeira seja respeitada e que futuras negociações com fornecedores possam se beneficiar dos resultados obtidos.

3. Metodologia AMD

Uma metodologia de Apoio Multicritério à Decisão (AMD) procura fazer com que o processo decisório seja o mais neutro, objetivo, válido e transparente possível, indicando a alternativa que esteja mais comprometida com o sistema de valores do Decisor. A aplicação de metodologias de apoio à decisão no processo possui as seguintes vantagens:

- a) Estabelece um conjunto de procedimentos e métodos de análise repetíveis e auditáveis;
- b) Busca a coerência das decisões tomadas em função das informações disponíveis e do sistema de valores do Decisor;
- c) Busca a transparência a respeito do que é considerado na avaliação das alternativas;
- d) Facilita a comunicação entre os atores de um processo decisório (linguagem bem definida);
- e) Permite a identificação de fraquezas no modelo, facilitando críticas e assim melhorias;
- f) Permite o estudo das propriedades matemáticas dos métodos utilizados; e
- g) Facilita a automatização dos procedimentos e a explicação das decisões.

A escolha da metodologia AMD deve considerar o contexto decisório do problema. Como o problema de priorização das Áreas do SisGAAz envolve um número de alternativas elevado (superior a 40), optou-se por empregar o método *Analytic Hierachy Process* (AHP) com *ratings*.

O método AHP estrutura o problema de acordo com a hierarquia de objetivos ou de critérios representativos dos diferentes pontos de vista do Decisor, o que permite uma melhor compreensão da avaliação.

O AHP possibilita que o Decisor ou especialista atribua uma medida relativa nos julgamentos par a par realizados, considerando uma escala absoluta (escala fundamental), relativo aos critérios tangíveis e intangíveis elencados do problema.

A escala fundamental, estabelecida por SAATY (2005) [1], permite denotar intensidades de importância na comparação par a par, o que possibilita a adição de critérios de julgamento qualitativos ao problema, conforme ilustrado na FIGURA 1.

| | | | | | | | | |
|-------------------|----------|-------|-------|-------|-----------------|-------|----------|-------------------|
| 1/9 | 1/7 | 1/5 | 1/3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 |
| extrema- mente | bastante | muito | pouco | igual | pouco | muito | bastante | extrema- mente |
| MENOS IMPORTANTE | | | | | MAIS IMPORTANTE | | | |

FIGURA 1 – Escala Fundamental de Comparação [1]

A hierarquia de objetivos ou de critérios representativos dos diferentes pontos de vista do Decisor pode conter vários níveis, conforme ilustrado na FIGURA 2.

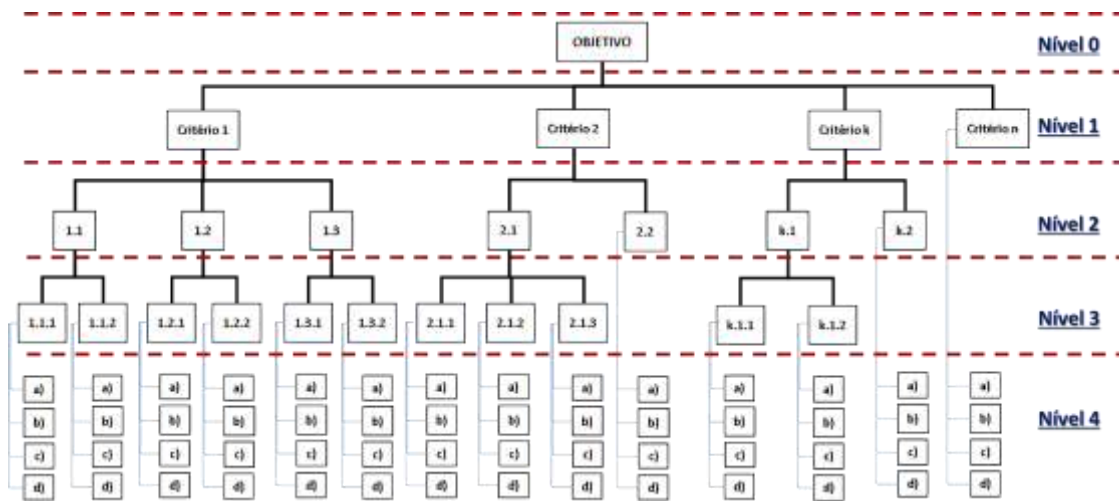


FIGURA 2 – Níveis da Hierarquia de Objetivos

O início da hierarquia, nível 0, representa o objetivo global. No nível 1 são colocados os critérios que apresentam algum impacto no objetivo global. Os subcritérios dos níveis sucessivamente inferiores são atrelados ao critério de nível superior. O último nível (folha) de cada ramo da árvore de hierarquia de objetivos representa as opções dos critérios ou subcritérios, aos quais as alternativas deverão ser avaliadas no AHP com ratings.

Depois de construída a hierarquia, efetua-se o levantamento dos pesos dos critérios, preenchendo as matrizes de decisão com a comparação par a par de um determinado nível em relação ao critério de um nível imediatamente superior. No AHP com ratings, a importância relativa das opções atinente a cada critério ou subcritério deverá ser definida pelo Decisor por meio da avaliação paritária das opções utilizando a escala fundamental de comparação.

Após os julgamentos dos critérios e das opções, efetua-se o julgamento das alternativas em relação a cada critério/subcritério à luz das respectivas opções estabelecidas.

Um dos fundamentos do AHP é a transitividade dos julgamentos. Ou seja, se o Decisor julgar que o elemento a) é melhor do que b) e que a) é pior do que c), necessariamente c) deverá ser julgado melhor do que b). A consistência dos julgamentos efetuados é obtida por meio do cálculo da Razão de Consistência (RC). O julgamento é considerado consistente se o resultado do cálculo da RC, por meio da equação [1], for menor ou igual a 0,10. Caso contrário, é sugerida a resolução das eventuais inconsistências.

$$RC = \frac{\lambda - n}{(n - 1) * RI} \quad [1]$$

Onde: RC é a razão de consistência; λ é o autovalor da matriz de decisão de tamanho n; e RI é um índice randômico definido de acordo com o tamanho da matriz.

Os pesos dos critérios e das opções atinentes aos critérios/subcritérios são obtidos por meio do cálculo do autovetor de cada matriz de decisão preenchida.

O método AHP possibilita a agregação dos pesos e das prioridades geradas, por meio de uma função aditiva, permitindo gerar os valores finais das alternativas, ordenando-as.

Assim, para a aplicação do AHP com *ratings*, a modelagem matemática consiste de três (3) passos:

- Identificação dos critérios e das alternativas de decisão;
- Definição das opções atinentes aos critérios/subcritérios estabelecidos;
- Julgamento da importância relativa dos critérios e dos subcritérios;
- Julgamento da importância relativa das opções de cada critério/ subcritério;
- Julgamento das alternativas à luz das opções estabelecidas para cada critério/subcritério;
- Síntese dos resultados.

Lopes e Almeida (2008) [2] listam como vantagem do AHP o seu reconhecimento nos meios acadêmico e empresarial, representando a técnica mais utilizada atualmente, devido a sua decomposição hierárquica do problema tornando sua compreensão e estruturação mais fáceis, além de representar claramente as preferências dos Decisores, principalmente em situações onde predominam restrições qualitativas e o grupo de decisão é composto por pessoas com interesses e visões divergentes. A TABELA 1 ilustra as vantagens e desvantagens do método AHP derivado dos trabalhos de Berzins (2009) [3].

TABELA 1 – Vantagens e desvantagens do método AHP. (Adaptado [3])

| Vantagens | Desvantagens |
|---|--|
| Estrutura formalmente os problemas | Conversão da escala verbal para numérica pode alterar significativamente o resultado |
| Simplicidade de comparação entre pares | Inconsistência imposta pela escala de 1 a 9 |
| Permite checar a consistência dos pesos atribuídos | Possibilidade de respostas não coerentes |
| Versatilidade | Problemas com o autovetor na inserção de novos elementos na matriz |
| Aplicação em situações que são utilizados intervalos numéricos para representar prioridades | Defasagem em situações com grandes quantidades de critérios |

Indubitavelmente, há inúmeras vantagens no uso de suporte computacional para execução do AHP. Um grande progresso pode ser feito simplesmente empreendendo os cálculos através de modelo linear aditivo em uma planilha eletrônica. Além disso, os benefícios incluem: telas de entrada inter-relacionadas para a informação em medidas de desempenho da opção, formas alternativas de entrar com informações de pesos, automação do teste de sensibilidade, apresentação atrativa e informativa dos resultados dos desempenhos relativos das opções, e oportunidade de ver diretamente o efeito no posicionamento relativo das opções.

4. Resultados Alcançados no Programa SisGAAz

A aplicação de processos formais de AMD no Programa SisGAAz foi realizada para a modelagem e estruturação multicritério visando a avaliação e o ordenamento das Áreas de Interesse e de suas respectivas Áreas de Vigilância, atinentes a cada Distrito Naval (DN).

A Figura 3 ilustra a página inicial de identificação do decisor na ferramenta de apoio à decisão, que possibilita a modelagem da árvore de objetivos, o julgamento para definição dos pesos dos critérios, a classificação das áreas e a análise de sensibilidade da priorização obtida.



FIGURA 3 – Página Inicial de Identificação do Decisor

Os resultados obtidos com o emprego da ferramenta para a priorização das áreas, além de contribuir para responder à solicitação feita pela Alta Administração da MB, estabelecem parâmetros importantes para a elaboração do modelo final para a implementação de partes do SisGAAz, considerando as incertezas da disponibilidade financeira típicas em um cenário de restrições, contingenciamentos ou de instabilidade de prioridades. Além disso, no longo prazo, o conjunto de incrementos do sistema tende a completar o desenvolvimento total do SisGAAz em harmonia com a arquitetura original obtida na fase de Concepção.

5. Referências

- [1] SAATY, T. L. (2005), Theory and Applications of the Analytic Network Process: Decision Making with Benefits, Opportunities, Costs, and Risks. Pittsburgh: RWS Publications.
- [2] LOPES, Y. G., ALMEIDA, A. T. Enfoque multicritério para a localização de instalações de serviço: aplicação do método SMARTER. Revista Eletrônica Sistemas & Gestão 3 (2) 114-128. 2008.
- [3] BERZINS, Lorena. Avaliação de desempenho pela AHP através do superdecisions: caso INMETRO. Rio de Janeiro: Faculdades Ibmeq, 2009.