

# Multimetodologias na Identificação, Seleção e Priorização de Projetos de P&D no Setor de Defesa

Bruno Morato Arnaut<sup>1</sup>, Maurício Pozzobon Martins<sup>2</sup>, Raphael Ambrico<sup>1</sup>, Mischel Carmen Neyra Belderrain<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA)

Pç Marechal Eduardo Gomes, 50 - Vilas das Acácias - CEP 12.228-900 - São José dos Campos - SP, Brasil

<sup>2</sup>Instituto de Estudos Avançados (IEAv)

Trv Cel Av. José Alberto Albano do Amarante, n° 1 - Putim - CEP - 12.228-001 - São José dos Campos - SP, Brasil

**Resumo** — A escolha correta de projetos tem se mostrado fundamental para o alcance dos objetivos organizacionais. Este trabalho propõe o uso de Multimethodologias na identificação, seleção e priorização de projetos em organizações militares de pesquisa e desenvolvimento (P&D). O mapa cognitivo da metodologia SODA é aplicado ao problema da identificação de projetos de P&D de interesse da Defesa e na estruturação da hierarquia do método AHP (Método de Análise Hierárquica) para a seleção e priorização desses projetos.

**Palavras-chaves** — Análise de decisão, mapa cognitivo, AHP, gestão de portfólio de projetos, pesquisa e desenvolvimento.

## I. INTRODUÇÃO

A era atual caracteriza-se pelo ambiente de constantes transformações. O curto ciclo de vida das tecnologias obrigam as empresas a investirem cada vez mais no desenvolvimento de novos produtos e serviços, que proporcionem um melhor posicionamento estratégico no mercado. Na área governamental, por sua vez, especificamente no setor de defesa, as organizações militares de pesquisa e desenvolvimento (P&D), além de enfrentarem a dinâmica das mudanças tecnológicas, que impõe ao ambiente operacional o emprego de sistemas cada vez mais avançados, são pressionadas por uma sociedade esclarecida e informada para obtenção de resultados.

Nesse ambiente de constante mudança tecnológica e responsabilidade social, a escolha de projetos certos, para o posicionamento estratégico, é fator fundamental para o êxito dos investimentos no setor de Defesa. Assim, as organizações militares de P&D não podem prescindir de metodologias que venham a apoiar a escolha de seus projetos estratégicos.

Esta problemática motivou a realização deste trabalho, que tem como objetivo propor metodologias para a identificação, seleção e priorização de projetos de P&D no setor de Defesa, de forma a contribuir nos processos decisórios dessa natureza, em particular na fase em que as organizações militares de P&D propõem projetos como desdobramento das ações estratégicas de Ciência e Tecnologia, que orientam a implementação da Estratégia Nacional de Defesa (MD, 2008) [16].

O problema em questão envolve uma grande complexidade, implicando em vários objetivos, diferentes interesses e atores,

o que motivou sua estruturação com Multimethodologias: mapa cognitivo da metodologia SODA (*Strategic Options Development Analysis*), aplicado na modelagem do problema de identificação de projetos de pesquisa e desenvolvimento (P&D) de interesse da Defesa e na estruturação da hierarquia de critérios do método AHP (Método de Análise Hierárquica), que por sua vez é utilizado para a seleção e priorização dos projetos de P&D.

Para atender o objetivo do trabalho, primeiramente, buscar-se-á apresentar, de forma geral, aspectos relacionados ao gerenciamento de portfólio de projetos. Em seguida, o artigo fará uma revisão das metodologias e técnicas empregadas para a estruturação de problemas - PSM (*Problem Structuring Methods*) e para o Apoio Multicritério à Decisão - AMD, com ênfase na ferramenta mapa cognitivo e na abordagem AHP, respectivamente. A partir daí e tendo como base à Estratégia Nacional de Defesa, o artigo apresenta o uso de mapa cognitivo para identificar os potenciais projetos P&D candidatos à seleção em organizações do setor de Defesa. Por fim, o trabalho aplica o método AHP para um caso de seleção e priorização de projetos de P&D no Instituto de Estudos Avançados (IEAv), órgão diretamente subordinado ao Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA).

## II. GERENCIAMENTO DE PORTFÓLIO DE PROJETOS – ASPECTOS GERAIS

O portfólio é uma coleção de projetos, programas e outros trabalhos, reunidos para que o gerenciamento seja mais facilmente direcionado ao encontro dos objetivos estratégicos da organização (PMI, 2006, p. 4). [19]

Quando uma organização possui um número expressivo de componentes (projetos, programas e outras iniciativas), esses podem ser gerenciados de forma agrupada, em alto nível administrativo, com a finalidade de alcançar os objetivos organizacionais. O gerenciamento de portfólio é, portanto, uma abordagem para atingir objetivos estratégicos, através da seleção, priorização e gerenciamento desses componentes, tendo como base o alinhamento e contribuição desses aos objetivos estratégicos da organização (PMI, 2006) [19]. O gerenciamento ineficiente do portfólio pode causar, entre outros problemas, aumento do tempo e custo dos projetos e a perda do foco institucional (Cooper, R. G. et al., 2001) [2].

O gerenciamento efetivo de organizações voltadas para atividades de pesquisa envolve a identificação do “melhor” portfólio de P&D a ser escolhido dado um conjunto de propostas de projetos, como também em dar-lhes o suporte ade-

quando em termos de recursos (Gutjahr, W, et al., 2010) [11]. O problema da seleção de projetos é considerado complexo porque envolve questões qualitativas e quantitativas que são frequentemente conflitantes. Também apresenta riscos e incertezas, a necessidade de balanceamento entre importantes fatores, interdependência entre projetos e um grande número de portfólios viáveis (Ghasemzadeh and Archer, 2000) [7].

A complexidade dos problemas envolvendo gerenciamento de portfólio frequentemente requer abordagens de Métodos Multicritério de Apoio à Decisão (AMD) para encontrar uma solução viável e de alta qualidade.

### III. ANÁLISE DE DECISÃO MULTICRITÉRIO - MÉTODO AHP

Tomar decisão é uma atividade que, de forma geral, todas as pessoas realizam ao longo da vida. Muitas decisões simples são tomadas cotidianamente sem nem mesmo serem percebidas. Entretanto, a tomada de decisões complexas, segundo Gomes e Gomes (2012) [10] é uma tarefa difícil de ser enfrentada. Geralmente, esse tipo de decisão é caracterizado por envolver múltiplos objetivos e os impactos não podem ser claramente identificados.

Na década de 70 começam a surgir os primeiros métodos de análise de decisão multicritério (MCDA). Os MCDA têm um caráter científico e, ao mesmo tempo, subjetivo, trazendo consigo a capacidade de agregar, de maneira ampla, todas as características consideradas importantes, inclusive as não quantitativas, com a finalidade de possibilitar a transparência e a sistematização do processo referente à tomada de decisões (Gomes, et. al., 2004) [9].

Gomes e Gomes (2003) [8] apresentam diversos métodos multicritério de apoio à decisão, classificados em: método da utilidade multiatributo, método de subordinação, método de agregação de síntese e método de programação matemática multiobjetivo.

Dentre os métodos apresentados, o mais utilizado em aplicações relacionadas à tomada de decisão é o Método de Análise Hierárquica AHP – *Analytic Hierarchic Process* (Vaidya e Kumar, 2006) [26], desenvolvido por Thomas L. Saaty em 1980. Segundo os mesmos autores, o AHP é bastante flexível, podendo ser integrado com outras técnicas, como programação linear, lógica fuzzy, entre outras.

O método AHP organiza o problema de decisão em níveis hierárquicos, em que no primeiro nível tem-se o objetivo geral. No segundo nível, os critérios e subcritérios, e no terceiro e último nível, as alternativas. Além disso, pressupõe independência entre seus elementos.

Os principais aspectos do AHP são (Oliveira, 2008) [18]:

- visa orientar o processo intuitivo (baseado no conhecimento e experiência) de tomada de decisão;
- depende do julgamento de especialistas ou dos decisores quando não há informações quantitativas sobre o desempenho de uma variável em função de determinado critério;
- resulta em uma medida global para cada uma das ações potenciais, priorizando-as ou classificando-as.

De acordo com Saaty (2008) [21], para tomar uma decisão de forma estruturada e determinar prioridades, é preciso decompor a decisão nas seguintes etapas:

- 1-definir o problema e determinar o tipo de conhecimento buscado;
- 2-estruturar a hierarquia de decisão a partir do topo, com o objetivo da decisão; em seguida, os objetivos de uma perspectiva ampla, através dos níveis intermediários (critérios

em que os elementos posteriores dependem) ao nível mais baixo (o que geralmente é um conjunto de alternativas);

3-construir um conjunto de matrizes de comparação par a par.

Cada elemento em níveis inferiores é usado para comparar os elementos do nível imediatamente superior em relação a este; e

Fundamentalmente, o AHP resulta na priorização das alternativas com base nos critérios utilizados para avaliá-las. Maiores detalhes sobre o método AHP também podem ser obtidos em Saaty (1980) [21].

Um aspecto importante no AHP é que o número de elementos em cada nível hierárquico deve ser de no máximo sete mais ou menos dois ( $7 \pm 2$ ). Um dos motivos se deve ao trabalho do psicólogo George Miller, em 1956, que demonstrou que, de forma geral, esse é o limite da capacidade humana de processar informações e fazer comparações com acurácia (Nascimento, 2010) [17].

Em face desta limitação, foi criada uma nova abordagem para o método AHP, envolvendo a classificação das alternativas (Saaty, 2006). Ao invés de comparar uma alternativa com outras (medida relativa), procurou-se comparar cada alternativa com outra ideal conhecida (medida absoluta), em um processo conhecido como classificação de alternativas ou *ratings* (Nascimento, 2010) [17].

Para classificar alternativas é preciso criar níveis de intensidade ou graus de variação de qualidade sobre um critério. Tais classificações são comparadas par a par a fim de que se estabeleçam prioridades. Estas, por sua vez, são normalizadas dividindo-se cada uma pelo maior valor entre elas, de maneira que a classificação máxima receba 1 e a mínima 0 (Nascimento, 2010) [17]. As categorias de intensidade são, então, priorizadas através de comparação par a par e as alternativas são avaliadas selecionando-se a categoria de intensidade apropriada de cada critério (Saaty, 2008) [21].

Silva et al. (2010) [24] apresentam um estudo de priorização de projetos de pesquisa e desenvolvimento no setor aeroespacial. No trabalho apresentado é utilizado o método AHP com *ratings*. Esse método possibilita a classificação prévia de critérios, o que facilita a aplicação do AHP quando há muitas alternativas. No trabalho de Silva et al. (2010) foi utilizado apenas o método AHP, não sendo aplicado nenhum método de estruturação de problema previamente.

A maioria dos trabalhos de uso de AHP está voltada para problemas de seleção e avaliação. Em problemas de priorização, a maioria dos artigos publicados está associada a aplicações na indústria e manufatura (Vaidya e Kumar, 2006) [26].

Vaidya e Kumar (2006) [26] apresentam diversas aplicações do método AHP em diferentes áreas e diferentes tipos de problemas, todavia não apresentam integração de métodos de estruturação de problemas e AHP nesses estudos.

Muitas vezes os problemas estudados, onde se deseja tomar uma decisão, são problemas não estruturados. Este tipo de problema é caracterizado, de acordo com Mingers e Rosehead (2004) [15], pela existência de: múltiplos atores; múltiplas perspectivas; interesses conflitantes ou imensuráveis; incertezas. Mingers e Rosenhead (2004) [15] apresentam ainda alguns métodos de estruturação de problemas que auxiliam na representação de uma situação complexa, possibilitando encontrar alternativas e oportunidades de melhoria. Entre os métodos apresentados, pode-se destacar o *Strategic options development analysis* (SODA).

Segundo Franco e Montibeller (2010) [6], há poucos trabalhos publicados que exploram aplicações reais de métodos

multicritério de apoio à decisão, sendo que a maior parte da literatura não considera a estruturação do problema como uma etapa anterior à aplicação de algum método multicritério. Nesse sentido, eles apresentam diversos fatores a serem considerados na aplicação de um método de apoio à decisão multicritério, destacando as principais atividades e os cuidados a serem tomados. Dentro do paradigma de buscar entender bem o problema antes de partir para a solução, Franco e Montibeller (2010) [6] sugerem um processo para a estruturação do modelo de análise de decisão multicritério que perpassa três fases:

- Fase 1 - estruturação do problema;
  - Fase 2 - estruturação do modelo de apoio multicritério à decisão para avaliação das alternativas; e
  - Fase 3 - ponderação e avaliação das alternativas de decisão.
- Franco e Montibeller (2010, p.11) [6] indica um conjunto de ferramentas que podem ser empregadas na estruturação do problema e na estruturação do modelo de apoio multicritério à decisão para avaliação das alternativas. Dentre as ferramentas listadas, destaca-se o uso de mapas cognitivos tanto na fase de estruturação do problema quanto na fase de estruturação do modelo de apoio multicritério à decisão para avaliação das alternativas.

#### IV. ESTRUTURAÇÃO DE PROBLEMA E DE MODELO MULTICRITÉRIO DE APOIO À DECISÃO COM MAPAS COGNITIVOS

Estruturar problema para a tomada de decisão é uma mistura de técnica e arte. Envolve a aplicação de ferramentas para facilitar a captura das informações do ambiente e a habilidade dos analistas em explicitar, correlacionar e modelar corretamente os significados aderentes à situação-problema em estudo.

No campo da Pesquisa Operacional (PO), particularmente nas pesquisas voltadas para o apoio à decisão, Eden (1998) [4] propõe a ferramenta mapa cognitivo. Os aspectos teóricos para a construção de mapas cognitivos estão fundamentados em Kelly (1955) *apud* Eden [4], que estabelece teorias para o entendimento de como o Homem compreende o mundo, com o fim controlá-lo e gerenciá-lo.

Mapa cognitivo é uma representação gráfica do pensamento acerca de um problema, normalmente capturado por meio de entrevista pessoal, por consenso de ideias de um grupo de pessoas ou de documentos representativos do pensamento estratégico de uma organização. Eden [3] [4] apresenta um conjunto de características formadoras de um mapa cognitivo, sintetizadas a seguir:

- um mapa cognitivo caracteriza-se por um sistema de constructos, para encontrar o significado de um problema;
- os elementos do sistema de constructos dependem da situação-problema em estudo;
- os constructos são dispostos de forma hierárquica, no sentido dos “meios” para os “fins”, refletindo objetivos a serem alcançados;
- cada constructo (nó) é descrito de forma bipolar (uma declaração, representando um polo do pensamento; e outra declaração, em oposição), separados pelo símbolo “...”;
- por se tratar de uma representação sistêmica, existe uma interligação entre cada constructo, por meio de uma seta unidirecional, indicando a influência de um nó sobre o outro (razão e consequência);

- um sinal negativo na ponta da seta indica que o primeiro polo do constructo anterior influencia o segundo polo do constructo seguinte;

Eden (2003) [3] ainda apresenta um conjunto de análises que podem ser derivadas do mapa cognitivo, no sentido de explorar o cerne das questões existentes no problema. Dentre elas, destacam-se: (a) os temas (*clusters*), que ajudam a identificar ilhas de problemas; (b) hierarquia de *clusters*, que possibilita extrair a relação entre *clusters*, permitindo identificar questões centrais e as relações entre os grandes problemas; (c) as ações potenciais, com ramificações para diferentes temas; (d) os *loops*, cujas análises permitem potencializar ações ou reverter situações, quando negativos.

A abordagem para a estruturação de problema, no entanto, depende da problemática a ser tratada. Roy e Bouyssou (1993, p. 31) *apud* Lima (2008) [13], propõe quatro problemáticas: (1) a problemática da escolha, que visa selecionar uma alternativa ou um conjunto delas; (2) a problemática da alocação de categorias, que se propõe a categorizar as alternativas disponíveis de acordo com elementos semelhantes de classificação; (3) a problemática de ordenação, quando há propósito de estabelecer a prioridade das alternativas existentes (“*ranking*”); e (4) a problema de descrição, que viabiliza o aprendizado, permitindo que o decisor obtenha melhor visualização do que pode ou que não pode ser realizado, resultando em diversas ações potenciais que poderiam ser tomadas.

A problemática de descrição está fortemente correlacionada com a estruturação de problema com mapa cognitivo da metodologia SODA - *Strategic Options Development Analysis* (Eden 1990) *apud* Ackermann (1992) [1]; ao passo que a problemática de escolha e ordenação, no que tange a problemas complexos, naturalmente sugere o uso de mapa cognitivo na estruturação de modelo multicritério de apoio à decisão. Ensslin et al. (2001) *apud* Lima (2008) [13], mostram um método para transição do mapa cognitivo para um modelo multicritério de decisão.

Portanto, no gerenciamento de portfólio de projetos, a estruturação do problema de identificação de projetos candidatos à seleção (potenciais alternativas) indica uma abordagem de descrição, com o uso de mapa cognitivo da metodologia SODA, por estar fortemente apoiado nas diretrizes estratégicas. Por outro lado, a estruturação do problema de seleção e priorização de projetos indica, respectivamente, uma abordagem de escolha e ordenação, como o uso de mapas cognitivos para a identificação e hierarquia dos critérios de decisão.

##### A. Mapa cognitivo da metodologia SODA

A abordagem conhecida como SODA está orientada para a eliciação do pensamento de um grupo ou time de pessoas, para apoiar a obtenção de alinhamento, consenso e comprometimento para a busca de um portfólio de ações (Eden, 1998) [4].

Ackermann (1992) [1], alinhado com a metodologia SODA, apresenta um guia para construção de mapa cognitivo, a partir de documentos oficiais (transcrições de entrevistas ou outro tipo de documento formal), sintetizada a seguir:

- 1-destacar as sentenças em frases de 10 e 12 palavras, capturando os objetivos (*goals*), os direcionadores estratégicos (*objectives*) e as potenciais ações (portfólio);
- 2-estruturar os constructos de forma hierárquica, com os objetivos no topo, suportado, em seguida, pelos direcionadores estratégicos, e, esses últimos, pelas potenciais ações;
- 3-procurar polos opostos;

- 4-adicionar significado aos constructos na forma imperativa e, conforme o caso, incluindo atores e ações;
- 5-preservar as palavras e frases empregadas originalmente no documento (identificando o autor);
- 6-identificar a opção e resultado dentro de cada par de constructo, para estabelecer o direcionamento da seta de influência entre eles;
- 7-analisar os constructos individualmente e no conjunto, verificando as coerências entre as interligações; e
- 8-ajustar o arranjo do mapa, para melhor entendimento do problema.

**B. Mapa cognitivo para a estruturação do modelo multicritério de apoio à decisão**

Os fundamentos propostos por Eden, Ensslin e Montibeller (1998) [5] apresentam um processo para a estruturação de problema por meio de mapas cognitivos, para seleção de critérios (atributos) a serem levantados na avaliação das alternativas, englobando as seguintes etapas:

- 1-definir um rótulo para o problema;
- 2-identificar os elementos primários de avaliação (EPAs): objetivos, metas, valores, ações e/ou alternativas de ação, tendo como base as entrevistas com os decisores;
- 3-definir os constructos a partir de cada EPA;
- 4-construir a hierarquia de constructos, pela interligação dos meios e fins, relacionados por ligações de influência

Bana e Costa (1992) apud Lima (2008) [13] apresenta ainda o conceito de Ponto de Vista Fundamental (PVF), localizado em cada ramo (sequência de constructos afins) do mapa cognitivo. O PVF reflete um valor fundamental para o decisor e está diretamente associado ao alcance de um objetivo (*goal*). Ainda, de acordo com Ensslin et al. (2001) apud Lima [13], um PVF não é um conceito meio (cauda) nem fim (cabeça), e deve atender a um conjunto de propriedades, dentre as quais: (a) ser de fundamental importância para o decisor (essencial); (b) ser influenciado única e exclusivamente pelas alternativas limitadas no ramo de análise (controlável); (c) ser capaz de ser medido (mensurável); e, preferencialmente, (d) não ser afetado pelo desempenho de uma ação de outro PVF (isolável).

É por meio da identificação dos PVF no mapa cognitivo, que se chega a uma estrutura hierárquica de critérios (atributos), para ser empregada na análise de decisão multicritério.

**V. IDENTIFICAÇÃO DE PROJETOS DE P&D NO SETOR DE DEFESA**

Roy (1996) apud Franco (2010) [6] diz que tradicionalmente, nos problemas de análise de decisão multicritérios (MCDA), as alternativas são assumidas como sendo dadas e estáveis. Entretanto, Brown (2005) apud Franco [6] coloca que, independentemente de quão bem elaborado e sofisticado seja o modelo de análise multicritério, se as alternativas de decisões em consideração forem fracas, levará a uma má escolha. Portanto, alinhado com esse pensamento, Franco e Montibeller (2010, p.11) [6] entendem que a identificação / criação de alternativas devem ser levadas em conta na estruturação do modelo MCDA.

Dado o exposto, o presente artigo propõe o uso de mapa cognitivo, com a finalidade de identificar os potenciais projetos (alternativas) de pesquisa e desenvolvimento (P&D) candidatos à seleção em organizações do setor de Defesa. Uma visão geral dos aspectos considerados na identificação dos

potenciais projetos de P&D é apresentada no mapa cognitivo da Fig. 1. As tecnologias críticas ou sensíveis influenciam a doutrina militar, que demanda um conjunto de produtos estratégicos de defesa, identificados nos Conceitos das Operações - CONOPS (*Concept of Operations*), direcionando a obtenção de meios mais eficientes e eficazes para atender as necessidades operacionais.

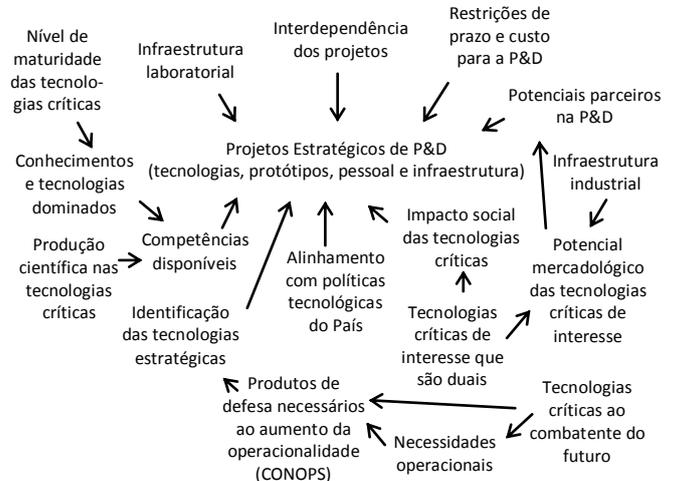


Fig. 1 – Mapa cognitivo – visão geral para identificação de projetos estratégicos de P&D no setor de Defesa

A obtenção de produtos estratégicos de defesa requer o domínio de tecnologias sensíveis, seja para o desenvolvimento nacional, por meio de tecnologias duais, seja para possibilitar o desenvolvimento autóctone. Por outro lado, fatores críticos relacionados à necessidade de competências de pessoal, infraestrutura laboratorial, parcerias e sinergia nos desenvolvimento, influenciam o alcance dos objetivos dos projetos de P&D.

Neste artigo, a construção do mapa cognitivo, no problema de identificação dos projetos de P&D, candidatos à seleção em organizações do setor de Defesa, segue os conceitos apresentados na Seção III, Subseção A., por meio das seguintes etapas:

- 1- construção do mapa cognitivo representativo da Estratégia Nacional de Defesa [16], identificando objetivos, diretrizes e alternativas;
- 2- construção dos mapas cognitivos das áreas de competência da organização de P&D de interesse, com foco nas tecnologias a serem dominadas; e
- 3- agregação dos mapas cognitivos.

Ao analisar o documento Estratégia Nacional de Defesa [16], busca-se identificar os constructos (ideias ou conceitos fundamentais levantados a partir das frases contidas no texto), destacando os objetivos e as potenciais alternativas de P&D.

Os constructos são hierarquizados, sendo o mapa cognitivo construído conforme mostrado na Fig 2. Os objetivos são postados no topo, seguidos dos direcionadores estratégicos e das alternativas. O mapa cognitivo da Fig 2 é representativo dos interesses das três Forças Armadas: Exército Brasileiro, Marinha do Brasil e Força Aérea Brasileira. Ele pode ser considerado um mapa estratégico, na medida em que representa os interesses desses grupos, formalmente estabelecido no documento Estratégia Nacional de Defesa [16]. Ele não tem setas com sinal negativo, de forma que os constructos podem ser lidos ordenadamente. As análises de influência ocorrem em cada nó, como por exemplo: o segmento (constructos 30-31) → (constructo 29) mostra que a busca de par-

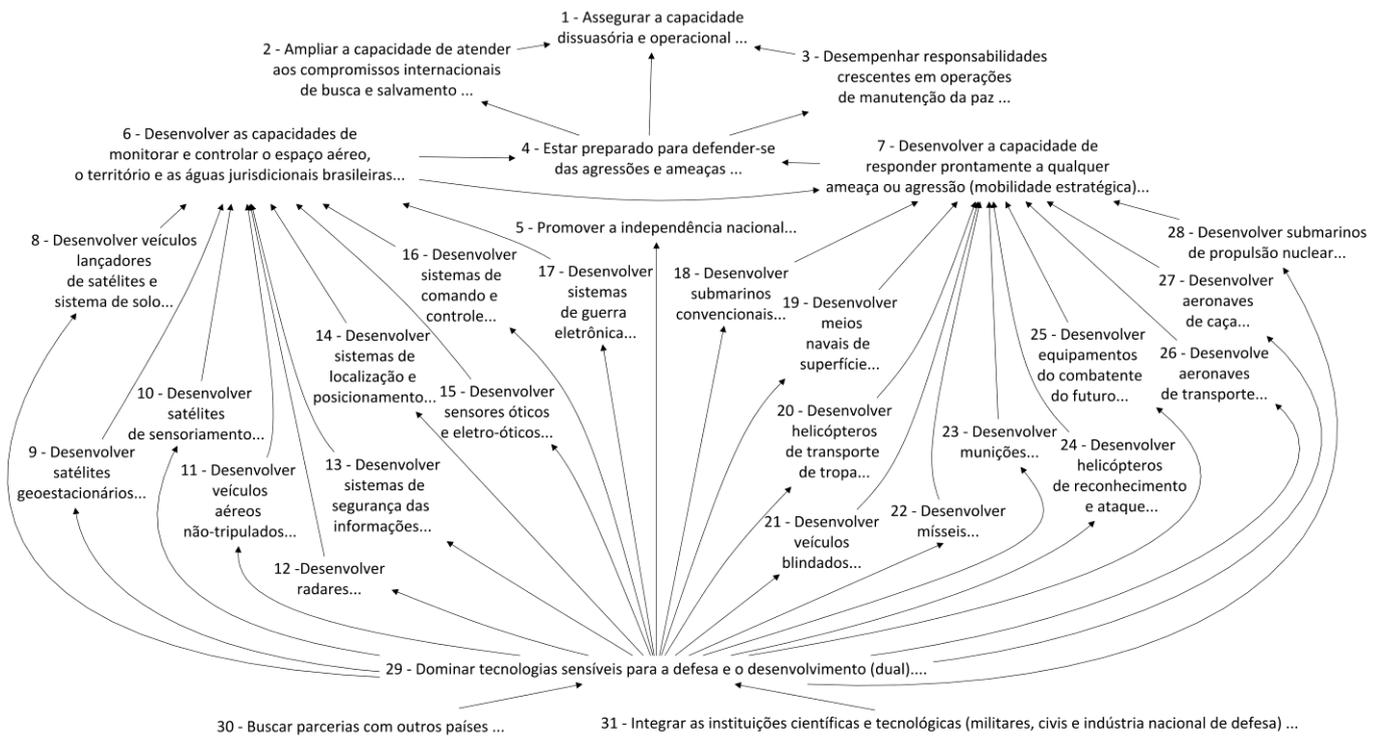


Fig. 2 – Mapa cognitivo representativo da Estratégia Nacional de Defesa sob a perspectiva do desenvolvimento tecnológico

ceiros de outros países e a integração com as instituições científicas e tecnológicas civis, militares e da indústria de defesa influencia o domínio das tecnologias sensíveis para defesa e o desenvolvimento nacional (tecnologia de uso dual).

Seguindo a mesma lógica, obtêm-se os mapas cognitivos das áreas de competência da organização de P&D de interesse, com foco nas tecnologias a serem dominadas. Para o trabalho em questão, considera-se uma organização militar de P&D com interesse na área de sensores optrônicos e uma entrevista com um *stakeholder* chave. No exemplo, alguns projetos são identificados: Desenvolver Equipamento de Visão Térmica; Desenvolver Sensor Optrônico; Desenvolver Parcerias com a França e África do Sul; Infraestrutura Laboratorial para Integração de Sensores. O mapa completo envolveria todas as áreas de competência, no sentido de identificar diversas tecnologias a serem dominadas pela organização militar de P&D de interesse. Uma vez validados os mapas cognitivos, passa-se a construir um único mapa cognitivo agregado, conforme mostrado na Fig 3. Cada constructo é analisado para estabelecer as relações de influência que ligarão um mapa a outro, permitindo verificar o alinhamento dos objetivos.

A agregação de todos os mapas, depois de validados pelos decisores, passa a ser o mapa congregado, que permitirá a realização de um conjunto de análises em termos de influências, hierarquias, constructos das caudas e cabeças, dentre outras, possibilitando à identificação de projetos e iniciativas candidatos à seleção pela organização militar de pesquisa e desenvolvimento.

## VI. SELEÇÃO E PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS EM UMA ORGANIZAÇÃO MILITAR DE P&D

No que tange à seleção e priorização para portfólios de P&D do setor de Defesa, procura-se, neste trabalho, tomar o Instituto de Estudos Avançados (IEAv) como um estudo de caso. O IEAv é uma organização militar do Comando da Aero-

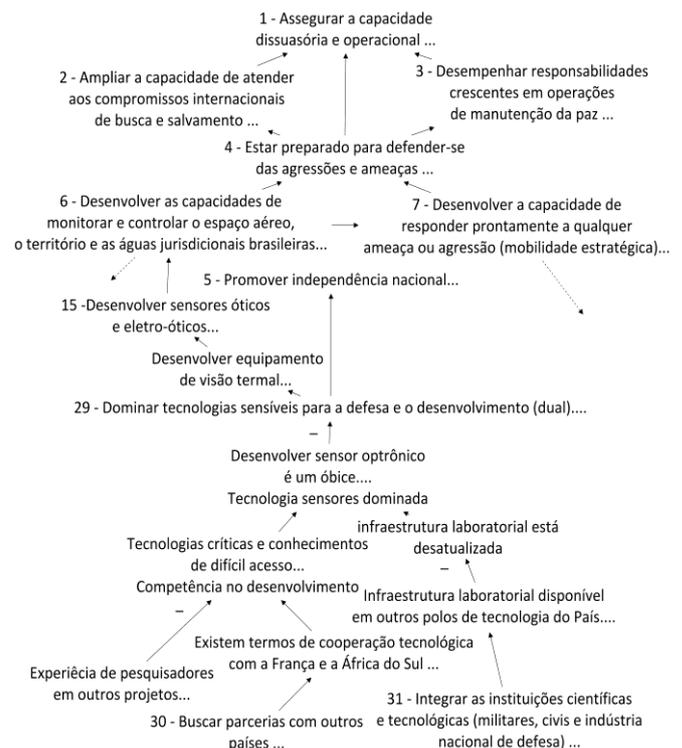


Fig. 3 – Mapa cognitivo agregado parcial (Estratégia Nacional de Defesa / uma área de competência da organização de P&D de interesse)

náutica, Ministério da Defesa, cuja missão é realizar pesquisa básica e aplicada, desenvolvimento de tecnologias experimentais e estudos avançados, que lhe forem atribuídos em decorrência de Planos e Programas estabelecidos pelo Departamento-Geral de Tecnologia Aeroespacial (DCTA), ao qual é diretamente subordinado. É importante destacar que o IEAv pratica parcialmente as recomendações do PMI (*Project Management Institute*) a respeito do gerenciamento de portfólio, conforme apresentado por Martins (2010) [14], de maneira que o presente trabalho serve para subsidiar estudos naque-

le instituto a respeito da adoção plena de boas práticas em gerenciamento de portfólio, especialmente no que se refere aos assuntos tratados no presente artigo.

Dessa maneira, e seguindo a metodologia de estruturação de problemas para apoio multicritério à decisão apresentada na Seção III deste artigo, Subseção B., obtêm-se: (1) as informações essenciais para subsidiar a construção dos mapas cognitivos para a seleção e priorização de projetos; e (2) o modelo da estrutura hierárquica para análise de decisão multicritério; ambos apresentados, na Fig. 4. Após a estruturação do problema, passa-se então para a aplicação do método AHP com *ratings*, com o objetivo de selecionar e priorizar projetos daquele instituto.

As informações essenciais para a seleção e priorização de projetos são obtidas por meio de entrevistas com os integrantes da Coordenadoria de Planejamento e Controle (CPC) do IEAv, que é o setor responsável por coordenar e consolidar todas as informações referentes ao planejamento e controle físico-financeiro dos projetos e atividades de pesquisa, e da Coordenadoria de Projetos (CPJ), que controla o andamento e a documentação dos projetos.

Considerando que são processos com objetivos distintos na etapa de “alinhamento”, conforme os padrões de gerência de portfólio de projetos propostos pelo PMI (2006) [19], a seleção e a priorização são analisadas e estruturadas separadamente no método AHP, consideradas como problemática de seleção e problemática de priorização, respectivamente.

A idéia da seleção é filtrar componentes (projetos, programas, etc.) de interesse, enquanto a priorização estabelece uma ordenação desses componentes. Para que o método AHP sirva aos interesses da seleção, sugere-se uma nota de corte (limiar) para desconsiderar os projetos de menor destaque. Os demais seguem para uma nova avaliação, conforme os *ratings* da AHP de priorização. Dessa vez, a saída é a ordenação desejada.

Uma vez consolidadas as estruturas hierárquicas dos problemas de seleção e de priorização, e implementados em AHP no programa *Super Decisions* [25], com os julgamentos estipulados pelos *stakeholders* do IEAv, são avaliados dez projetos para seleção, conforme Tabela 1, entre aqueles que estão em andamento e recentemente propostos. Após a ordenação, aplica-se uma nota de corte de valor definido pelos interessados. Aqueles projetos bem sucedidos na seleção são avaliados novamente para a priorização, conforme os ratings da Tabela 2, e submetidos à ordenação pela respectiva AHP de priorização.

Conforme as informações organizadas nos mapas cognitivos, destaca-se que o processo de seleção de projetos no IEAv inspira-se na necessidade de filtrar projetos “sustentáveis”. A sustentação dos projetos depende da motivação da equipe de pesquisadores com o desafio a ser enfrentado; do alinhamento do tema com os objetivos estratégicos do IEAv (2012) [12]; do planejamento consolidado em metas, dispêndios e identificação dos principais óbices; e demais critérios apresentados na Tabela 1.

Na estruturação do problema de priorização de projetos de P&D do IEAv, verifica-se uma acentuada mudança na natureza dos critérios. Uma vez selecionados projetos sustentáveis, prevalece, na visão do IEAv, a preocupação no incentivo a tecnologias voltadas para a Defesa, na inovação, no fortalecimento da imagem institucional, na cooperação interna e externa à organização, etc., conforme apresentado na Tabela 2.

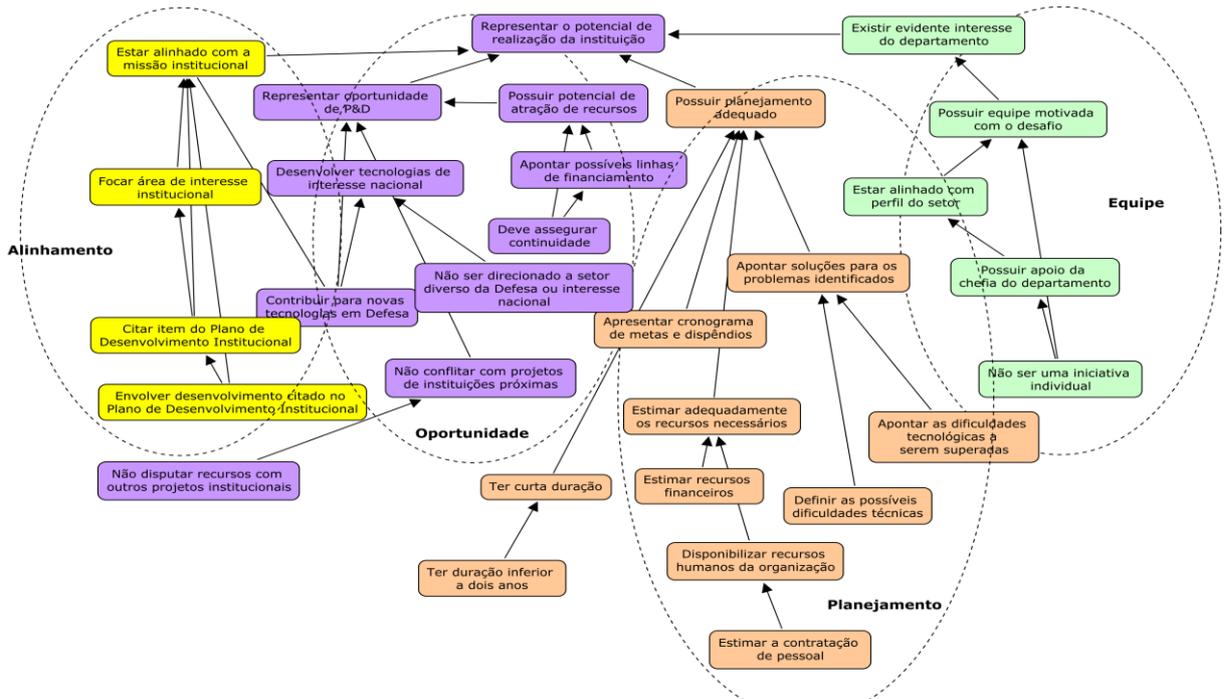
TABELA 1 – Critérios para a seleção de projetos de P&amp;D.

Critério	Subcritério	Níveis de intensidade
Alinhamento		Totalmente alinhado com o Plano Estratégico (PE) Razoavelmente alinhado com o PE Timidamente alinhado com o PE Não possui alinhamento com o PE
Oportunidade	Atratividade	Forte potencial de atratividade de recursos Médio potencial de atratividade de recursos Fraco potencial de atratividade de recursos Não possui potencial de atratividade de recursos
	Tecnologia	Claro interesse geral e Defesa Claro interesse no setor de Defesa Interesse de setor específico, mas possível aplicação em Defesa Interesse de setor específico
Planejamento	Cronograma	Metas e dispêndios sincronizados e abrangentes Metas e/ou dispêndios incompletos Metas e/ou dispêndios incompletos e conflitantes
	Soluções	Apontamento de dificuldades e possíveis soluções Previsão genérica de dificuldades e soluções Destacada incerteza sobre os riscos e soluções
	Recursos	Previsão de recursos abrangente e adequada Previsão de recursos razoavelmente consistente Previsão de recursos pouco consistente
Equipe	Perfil	Perfil técnico adequado ao desafio Perfil técnico parcialmente adequado ao desafio Perfil técnico inadequado ao desafio
	Motivação	Equipe muito motivada Equipe parcialmente motivada Equipe pouco motivada

TABELA 2 – Critérios para a priorização de projetos de P&amp;D.

Critério	Subcritério	Níveis de intensidade
Institucional	Estratégico	Tecnologia estratégica de Defesa Tecnologia de suporte para área estratégica Tecnologia não se enquadra como estratégica
	Inovação	Existe parceria com iniciativa privada Potencial parceria com a iniciativa privada Não há envolvimento da iniciativa privada
	Imagem	Fortalece imagem institucional na sociedade Fortalece imagem institucional no setor de Defesa Baixa contribuição em fortalecer imagem institucional
Recursos		Com pouco recurso, muito poderá ser desenvolvido Depende de razoável disponibilidade de recursos Mesmo com recursos, pouco se desenvolverá
Viabilidade	Sinergia	Promove sinergia interna e externa Promove sinergia interna Restrito ao setor de origem
	Risco	Pouco risco Riscos aceitáveis Difícil atenuação dos riscos
Continuidade	Execução	Avançado estágio de execução Moderado estágio de execução Estágio inicial de execução
	Interdependência	Existe forte interdependência com outros projetos Existe alguma interdependência entre projetos Não impacta na continuidade de outros projetos
Competência	Publicações	Acima de 15 publicações no ano anterior Entre 10 e 15 publicações no ano anterior Abaixo de 10 publicações no ano anterior
	Histórico	10 anos de sucesso em projetos estratégicos 10 anos de razoável sucesso em projetos Setor com histórico mediano

Mapa cognitivo - atributos na seleção de projetos de P&D



Mapa cognitivo - atributos na seleção de projetos de P&D

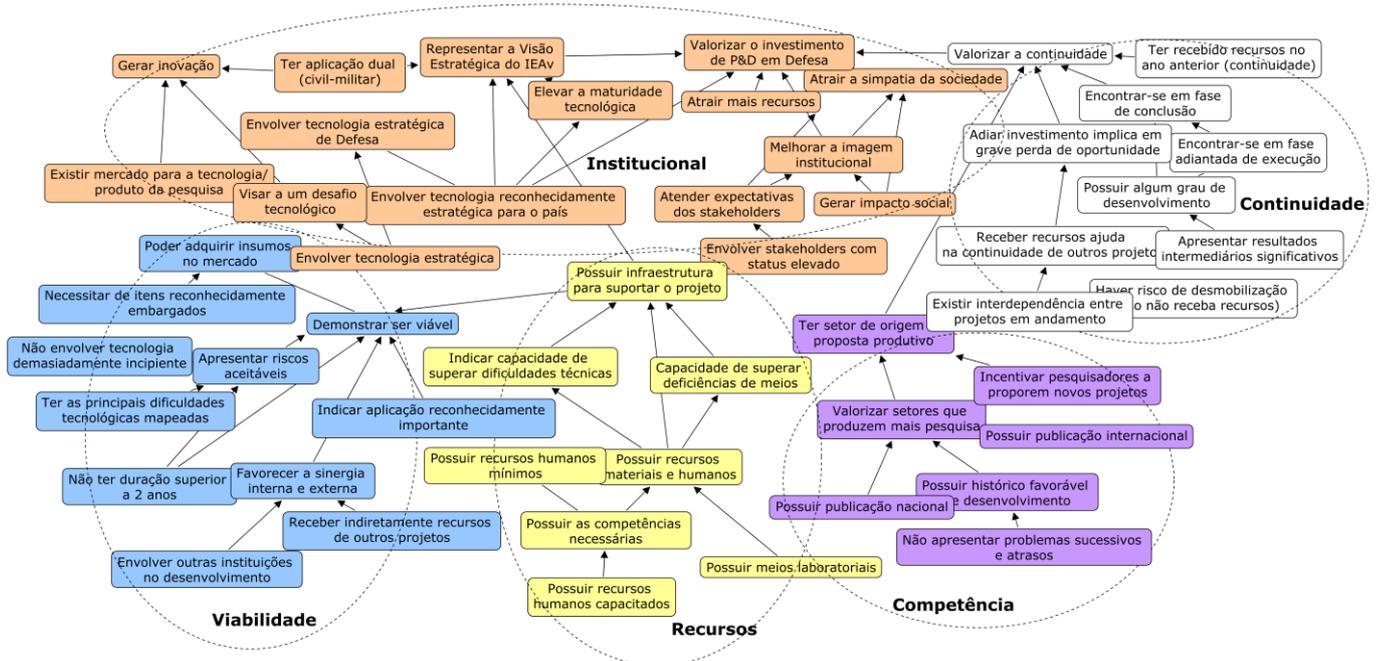


Fig. 4 - Mapas cognitivos e estruturas hierárquicas de critérios para seleção e priorização de projetos de P&D – caso IEAv

Um conjunto formado por dez projetos do IEAv foram escolhidos para teste. Dentre estes projetos alguns já se encontram em desenvolvimento e outros ainda são apenas propostas de projeto. Dentro da “doutrina” proposta pelo PMI, não há problemas nessa mistura, pois a gerência de portfólio proposta pelo PMI [19] constitui-se de uma atividade em nível de Direção, portanto acima do nível Operacional, onde se situa a Gerência dos projetos, para que o mais alto nível de decisão possa atuar no direcionamento estratégico da organização, incentivando determinados projetos, “desacelerando” outros, ou mesmo decidindo pelo cancelamento daqueles que já não contribuem mais para a consolidação da estratégia organizacional.

A estrutura hierárquica, bem como os pesos atribuídos pelos especialistas e os níveis de intensidade definidos na estruturação do problema são implementados no programa *Super Decisions* [25]. Para o problema de seleção, são inseridos 10 projetos apresentados pelo IEAv para uma primeira avaliação, de acordo com os critérios já definidos para esse problema. Para cada um dos projetos é definido os níveis de intensidade nos subcritérios e critérios, para que estes possam obter uma avaliação final. O resultado desta etapa é apresentado na Fig 5. É definido como nota de corte para a seleção do projeto valores de “Normal” maior ou igual a 0,1. Dessa forma, são

Graphic	Ratings Alternatives	Total	Ideal	Normal	Ranking
	Projeto 1	0.6932	0.7034	0.0839	7
	Projeto 2	0.9366	0.9504	0.1134	4
	Projeto 3	0.5777	0.5862	0.0700	10
	Projeto 4	0.8706	0.8834	0.1054	6
	Projeto 5	0.6926	0.7028	0.0839	8
	Projeto 6	0.9855	1.0000	0.1193	1
	Projeto 7	0.9811	0.9956	0.1188	3
	Projeto 8	0.6463	0.6558	0.0783	9
	Projeto 9	0.9811	0.9956	0.1188	2
	Projeto 10	0.8934	0.9065	0.1082	5

Fig. 5 – Resultado da etapa de seleção de projetos.

selecionados seis projetos, que, numa segunda etapa, são priorizados. Esses projetos são: projeto 2, projeto 4, projeto 6, projeto 7, projeto 9 e projeto 10.

Na etapa de priorização, os seis projetos selecionados na etapa anterior são avaliados pela equipe do IEAv e são atribuídos para eles os níveis de intensidade definidos na estruturação do problema de priorização. Assim como a fase anterior, o problema é implementado e analisado através do programa *Super Decisions*. O resultado da priorização é apresentado na Fig 6. Dessa forma, caso haja limitação de recursos ou restrições que impeçam a realização de todos os projetos selecionados, de acordo com o resultado apresentado, os projetos devem ser priorizados na seguinte sequência: Projeto 6, Projeto 10, Projeto 2, Projeto 9, Projeto 7 e Projeto 4.

Graphic	Ratings Alternatives	Total	Ideal	Normal	Ranking
	Projeto 2	0.5583	0.8445	0.1790	3
	Projeto 4	0.2557	0.3868	0.0820	6
	Projeto 6	0.6611	1.0000	0.2119	1
	Projeto 7	0.5227	0.7907	0.1676	5
	Projeto 9	0.5299	0.8016	0.1699	4
	Projeto 10	0.5915	0.8948	0.1896	2

Fig. 6 – Resultado da etapa de priorização de projetos.

Para os testes foram selecionados dez projetos do IEAv, sendo que na seleção foi aplicada uma nota de corte para separar aqueles projetos considerados sustentáveis e, sobre estes, aplicado o modelo de priorização de projetos. Verificou-se a utilidade da metodologia e a sua importância para apoiar as decisões no gerenciamento do portfólio das organizações de P&D do setor de Defesa.

O resultado do experimento, apresentado e discutido com os colaboradores do IEAv, é considerado bastante satisfatório, pois embora tenha gerado algumas surpresas na priorização, pôde-se perceber que ele está consonante com a importância conferida a determinados critérios, ficando demonstrada a dificuldade dos decisores em lidar com a complexidade da seleção e da priorização de projetos de P&D sem o respaldo de ferramentas de apoio à decisão multicritério<sup>1</sup>.

## VII. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho objetivou apresentar o uso de multimetodologias para a identificação, seleção e priorização de projetos de

P&D do setor de Defesa, considerando a relevância de se identificar linhas de pesquisa que atendam à Estratégia Nacional de Defesa (END) e tomando como estudo de caso o Instituto de Estudos Avançados – IEAv, para a estruturação do problema e implementação de dois modelos de sistemas de apoio à decisão, baseados em AHP: um modelo para seleção e outro para a priorização de projetos.

## REFERÊNCIAS

- [1] Ackermann, F., Eden, C., Cropper, S. Getting started with cognitive mapping. 1992. Disponível em: [www.banxia.com](http://www.banxia.com). Acesso: 22 jun2012.
- [2] Cooper, R. G.; Edgett, S. J., Kleinschmidt, E. J. Portfolio Management for New Products. New York: Basic Books, 2001.
- [3] Eden, Colin. Analyzing cognitive maps to help structure issues or problems. *European Journal of Operational Research* 159, 2004.
- [4] Eden, Colin. Cognitive Mapping. *European Journal of Operational Research* 36, 1988.
- [5] Ensslin, L; Montibeller, G. Mapas cognitivos no apoio à decisão. Disponível em: <http://www.abepro.org.br>. Acesso em: 22 jun2012.
- [6] Franco, L. A.; Montibeller, G. Problem structuring for multicriteria decision analysis interventions. *Wiley Encyclopedia of Operations Research and Management Science*, John Wiley & Sons, Inc, 2010.
- [7] Ghasemzadeh, F., Archer, N.P., “Project portfolio selection through decision support”, *Decision Support Systems*, Vol. 29, pp. 73-88. 2000.
- [8] Gomes, C; Gomes, L. A função de decisão multicritério. *Revista ADM.MADE*, ano 2, n. 01, 2003.
- [9] Gomes, L. Ayara, M. Carignano, C. Tomada de Decisões em Cenários Complexos. São Paulo: Thomson, 2004.
- [10] Gomes, L; Gomes, C. Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério. 4 edição. São Paulo: Editora Atlas, 2012.
- [11] Gutjahr, W, Katzensteiner, S., Reiter, P., Stummer, C, Denk, M. Multi-objective decision analysis for competence-oriented project portfolio selection. *European Journal of Operational Research* 205 (2010) 670–679.
- [12] Instituto de Estudos Avançados. Plano de Desenvolvimento Institucional do Instituto de Estudos Avançados 2012-2016, Disponível em: [www.ieav.cta.br](http://www.ieav.cta.br). Acesso em 10/04/2012.
- [13] Lima, A. S. Proposta de método para modelagem de critérios de priorização de projetos de P&D aeroespaciais. Dissertação de Mestrado. Instituto de Tecnologia Aeronáutica. São José dos Campos, SP, 2008.
- [14] Martins, M. Análise da Gerência de Portfólio de Projetos do IEAv – Monografia do Curso de Comando e Estado-Maior da Aeronáutica. Rio de Janeiro, UNIFA, 2009.
- [15] Mingers, J; Rosenhead, J. Problem structuring in action. *European Journal of Operational Research*, v. 152, p. 530-554, 2004.
- [16] Ministério da Defesa do Brasil. Estratégia Nacional de Defesa. EM Interministerial no 00437/MD/SAE-PR. Brasília, 2008.
- [17] Nascimento, L. P. Aplicação do Método AHP com abordagens Ratings e BOCR: O Projeto FX-2. Tese de Mestrado – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2010.
- [18] Oliveira, C. A., Belderrain, M. C. N. Considerações sobre a obtenção de vetores de prioridade no AHP. *Encuentro de Docentes de Investigación Operativa Primera Reunión Regional Brasil Argentina*, Posadas, 2008.
- [19] Project Management Institute. *The Standards for Portfolio Management*. Pennsylvania: PMI, 2006.
- [20] Roy B. Multi-criteria methodology for decision aiding. Dordrecht: Kluwer; 1996.
- [21] Saaty, T.L. Decision making with the analytic hierarchy process, *International Journal of Services Sciences*, Vol. 1, No 1, pp. 83-97, 2008.
- [22] Saaty, T.L. Rank from comparisons and from ratings in the analytic hierarchy/network process. *European Journal of Operational Research*, v. 168, n. 1, 557-570, 2006.
- [23] Saaty, T.L. *The analytic hierarchy process*. McGraw-Hill, New York, 1980.
- [24] Silva et al. Prioritization of R&D projects in the aerospace sector: AHP method with ratings, 2010.
- [25] *Super Decisions*. Disponível em: <http://www.superdecisions.com/>, acesso em 22/06/2012.
- [26] Vaidya, O; Kumar, S. Analytic hierarchy process: an overview of applications. *European Journal of Operational Research*, v.169, p.1-29, 2006.
- [27] Zawadzki, M; Belderrain M C N. O uso de mapas cognitivos para a estruturação de problemas. *X SIGE - Simpósio de Aplicações Operacionais em Áreas de Defesa*, São José dos Campos, SP, 2008.

<sup>1</sup> Caso haja interesse, pode-se escrever aos autores para informações adicionais sobre o processo decisório.