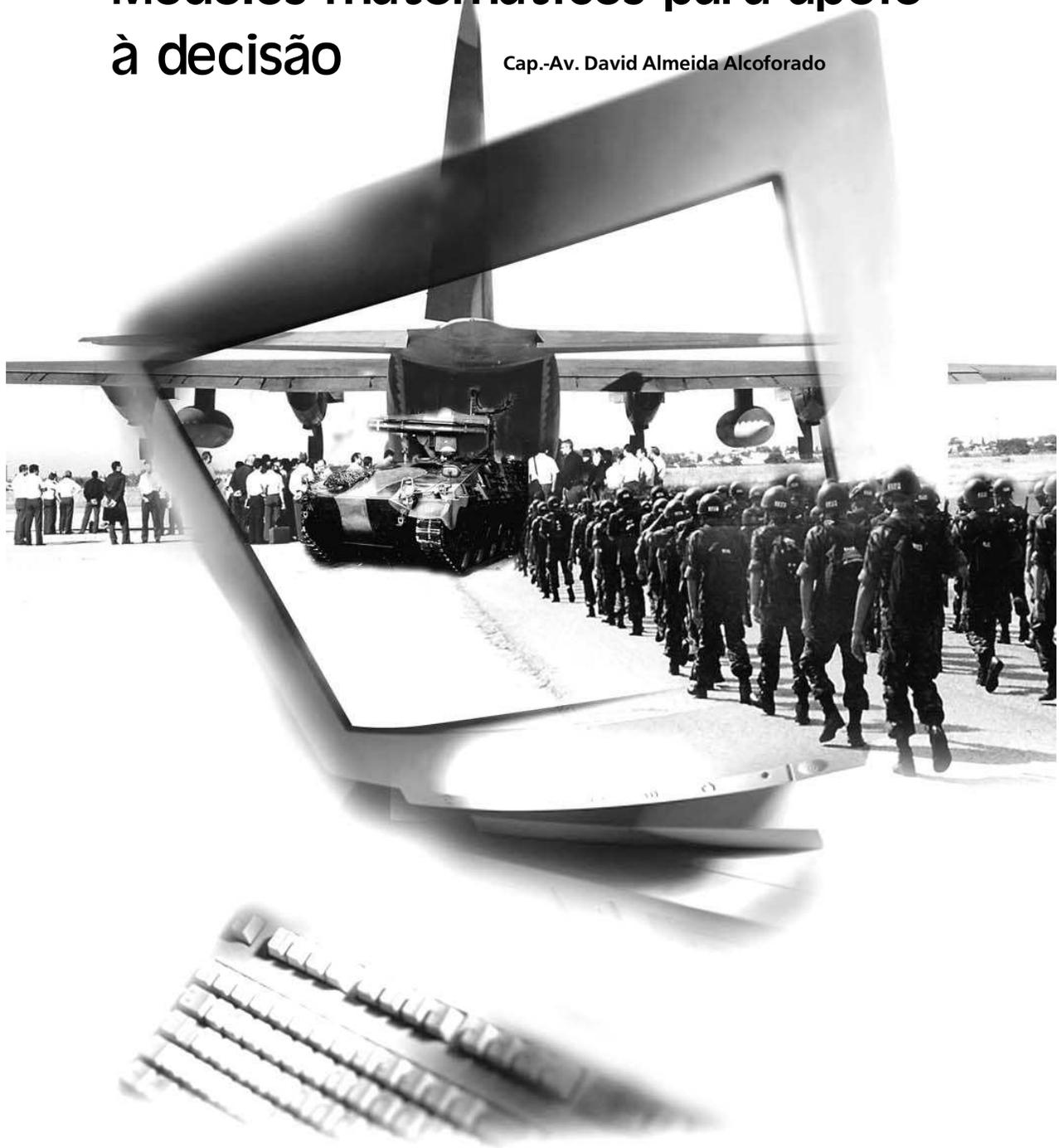


Centro de Pesquisa Operacional do COMGAR - Modelos matemáticos para apoio à decisão

Cap.-Av. David Almeida Alcoforado



1 - Introdução

No dia-a-dia das organizações, os gerentes de inúmeros processos são constantemente colocados diante de problemas de natureza extremamente complexa, e que necessitam de soluções rápidas e acertadas. Em geral, os problemas estão associados a um ambiente de incertezas, o que torna o processo decisório ainda mais difícil. Nestes casos, é imprescindível a utilização de modelos matemáticos como um auxílio para analisar todas as alternativas a um determinado problema, visando a busca da melhor solução, ou a chamada “solução ótima”.

A aplicação de modelos matemáticos como base para o processo decisório surgiu com o advento da Segunda Guerra Mundial, através do desenvolvimento de uma ciência aplicada que se consolidou com o nome de Pesquisa Operacional (PO).

A PO foi criada quando os aliados se viram confrontados com problemas de grande dimensão e complexidade. Para apoiar os comandos operacionais na resolução desses problemas, foram então constituídos grupos multidisciplinares de matemáticos, físicos e engenheiros, além de outros especialistas em diversas áreas. Esses cientistas não fizeram mais do que aplicar o método científico, que tão bem conheciam, aos problemas que lhes foram sendo colocados. Desenvolveram então a idéia de criar modelos matemáticos, apoiados em dados e fatos, de modo a simular e avaliar o resultado hipotético de estratégias ou decisões possíveis para os casos analisados.

Seguiram-se então grandes desenvolvimentos técnicos e metodológicos que hoje, com o apoio de meios computacionais de crescente capacidade e disseminação, permitem lidar com enormes volumes de dados sobre as atividades das empresas e, através de adequados modelos de base

quantitativa, simular e avaliar linhas de ação alternativas e encontrar as soluções que melhor servem aos objetivos dos indivíduos ou organizações.

Este trabalho se reveste de especial importância, tendo em vista que, no Comando da Aeronáutica (COMAER), a utilização de modelos matemáticos para o apoio à decisão seria extremamente vantajosa, especialmente na área operacional, onde as decisões exigem rapidez e precisão. O problema é que não existe uma estrutura especificamente voltada para este fim, o que pode ser solucionado com a proposta deste trabalho.

Para que se possa entender completamente as vantagens da PO para as organizações, é necessário conhecer as principais áreas de pesquisa desta ciência, bem como alguns de seus produtos.

2 - Principais Áreas da PO e seus Produtos

A Pesquisa Operacional ocupa-se com a tomada de decisões, visando a minimizar custos ou a maximizar rendimentos, em problemas de natureza determinística ou probabilística. Estes problemas podem ter origens em áreas diversas, como engenharia, economia, estatística, transportes, administração, entre outras.

A contribuição da Pesquisa Operacional resulta principalmente da formulação de modelos matemáticos para estes problemas e da obtenção de soluções ótimas para eles. As técnicas empregadas envolvem a classificação dos problemas em grupos e a identificação de características das soluções ótimas, de modo a desenvolver métodos sistemáticos (ou algoritmos) para a obtenção destas soluções. Tradicionalmente, as principais áreas de pesquisa, bem como alguns de seus produtos são:

a) **Teoria de Combate:** desenvolvida a partir dos estudos de Lanchester (1916) e com



alguns aperfeiçoamentos vem sendo utilizada até hoje em estudos analíticos para se estimar a taxa de atrito em combate. Através da análise dos parâmetros envolvidos num combate pode-se conduzir estudos visando reduzir ao máximo as perdas em combate.

b) **Programação Linear:** é uma metodologia empregada na solução de problemas de alocação de recursos escassos, sujeitos a uma série de restrições. São problemas que surgem quando algumas atividades devem ser conduzidas, mas não existem recursos para realizar todas elas. Através de técnicas de programação linear é possível determinar matematicamente quais tarefas devem ser realizadas, de modo que se obtenha o máximo retorno com os recursos que se dispõe. Por exemplo, dispõe-se de uma certa quantidade de material a ser transportado num avião, mas por limitações de peso deve-se selecionar aqueles itens que, ao serem transportados, trarão o maior benefício para a missão em questão. Isto em geral é feito até intuitivamente, mas no contexto de uma grande operação militar, faz-se necessário o emprego de algum método matemático. Outra possibilidade de emprego desta metodologia é quando se deseja realizar uma determinada tarefa com o maior aproveitamento possível dos recursos disponíveis. Um exemplo comum é o corte de chapas metálicas, que devem ser cortadas de modo a desperdiçar o mínimo possível de material.

c) **Teoria das Filas:** esta teoria lida com a solução de problemas relacionados a pessoas ou itens dispostos em seqüência, de forma a minimizar os custos relacionados à espera para se executar um serviço. Um exemplo fácil de ser percebido é a fila de bancos ou supermercados. Existem modelos matemáticos para se determinar o número adequado de atendentes, de modo a satisfazer o cliente a um custo aceitável para as organizações. Na área militar esta teoria é

empregada na coordenação de horários e tempo de execução de missões em complexas operações militares e problemas relacionados à manutenção, entre outros.

d) **Fluxo em Redes:** reúne diversas metodologias para a solução de problemas de roteamento e caminho ótimo que comumente aparecem em operações aéreas e no estabelecimento de redes de telecomunicações. Um problema típico é a determinação da melhor rota para um determinado objetivo que conjugue diversos interesses, como a maior possibilidade de sobrevivência, menor tempo, consumo de combustível, entre outros aspectos.

e) **Teoria dos Jogos:** é uma teoria que visa a estabelecer uma melhor estratégia a ser seguida, tendo em vista a análise das possibilidades de decisão a serem tomadas por um oponente racional ou inimigo. Esta teoria atualmente é largamente empregada por empresas que têm os “inimigos” substituídos por concorrentes.

f) **Simulação:** o emprego de uma ou mais técnicas descritas, juntamente com o emprego de métodos computacionais, torna possível a simulação de operações militares, técnica cada vez mais empregada para a análise prévia das decisões a serem tomadas.

Todas as metodologias acima descritas podem ser empregadas na solução de problemas complexos existentes na Força, porém, os órgãos de execução necessitam de uma estrutura com pessoal capacitado a prestar o apoio adequado, o que seria possível através do Centro de Pesquisa Operacional do COMGAR, a exemplo de outros países que adotaram medida similar.

3 - Centro de Pesquisa Operacional

Atualmente, diversas organizações civis e militares possuem setores especializados em PO, a fim de auxiliar os gerentes na tomada de decisões. No âmbito militar, o



Departamento de Defesa dos Estados Unidos, por exemplo, conta com o “Studies Analysis and Gaming Agency”, além de uma instituição privada, o “Institute of Defense Analysis”. O Exército, a Marinha e a Força Aérea americanas possuem as suas agências de PO, que são o “Deputy Under Secretary (Operations Research)”, o “Center for Naval Analysis” e a “Studies and Analysis Agency”, respectivamente. Outros exemplos similares estão na Inglaterra, através do “Defense Operational Analysis Establishment”; o “Centre Interarmees de Recherches Operationelles”, na França; o “Norwegian Defense Research Establishment”, na Noruega; o Centro de Análise de Sistemas Navais, da Marinha do Brasil, entre outros.

O COMAER, apesar de possuir os seus centros de pesquisa e desenvolvimento, não conta com um sistema específico para o apoio científico às operações militares. Hoje, dificilmente um oficial de operações de um grande comando conseguiria obter respostas rápidas a problemas que comumente estão presentes em seu cotidiano, como o planejamento de delicadas operações militares. Isto faz com que o sucesso dessas operações dependa exclusivamente da experiência, intuição e sorte do planejador. Muitas vezes não se tem idéia de quanto um determinado processo poderia ser melhorado, através do emprego de técnicas de otimização, tão presentes no emprego da PO.

A solução para este problema seria a criação do Centro de Pesquisa Operacional do COMGAR, visando ao emprego de métodos quantitativos avançados a serem aplicados no planejamento, execução e avaliação de operações militares, otimização de procedimentos administrativos associados à parte operacional, bem como na avaliação dos sistemas envolvidos com estas operações.

Diversos órgãos do COMAER poderiam prestar serviços na área de PO. Dessa forma,

o Centro de Pesquisa Operacional deve ter uma equipe pequena, atuando de forma sistêmica com outros setores de interesse. A PETROBRAS, por exemplo, conta com cerca de 20 profissionais em seu Departamento de PO, porém, esta equipe aumenta de acordo com o projeto que está sendo desenvolvido, através da participação de especialistas nas áreas de interesse.

Os projetos na área da PO normalmente resultam no desenvolvimento de uma solução em termos computacionais, que é o produto final para o cliente. No COMAER, o suporte computacional para a área de PO pode ser aproveitado da própria estrutura de informática já existente, através dos Centros de Computação da Aeronáutica.

O efetivo funcionamento do Centro de PO só será possível através da formação de pessoal que, além da experiência operacional, deverá ter uma sólida formação acadêmica, característica inerente ao analista de PO.

4 - Formação de Pessoal

O Centro de Pesquisa Operacional deve ser constituído por militares ou civis com a devida especialização para exercer a função de analista de PO, preferencialmente com vasta experiência ou amplos conhecimentos na área operacional. Normalmente esta formação dá-se através de cursos de pós-graduação *stricto sensu*, nos níveis de mestrado e doutorado, disponíveis no Brasil ou no exterior. Através desses cursos, os profissionais recebem a capacitação para elaborar técnicas e processos, identificar e solucionar problemas, gerar conhecimentos e técnicas de pesquisa científica e tecnológica.

Além do pessoal com formação mais elevada que atuariam no órgão central, para a perfeita difusão da atividade de PO em todo o âmbito do COMGAR de uma forma sistêmica, faz-se necessário um treinamento



mais elementar para os potenciais clientes desta atividade. Este treinamento poderia ser aplicado em forma de cursos de curta duração a serem oferecidos pelo COMGAR às suas unidades subordinadas, cujo enfoque principal seria o esclarecimento sobre a atividade de PO, bem como a familiarização com pacotes computacionais tradicionalmente utilizados no mercado e que, pela facilidade de utilização, resolvem os problemas mais básicos envolvendo a tomada de decisão. Os militares com esta formação seriam o elo de ligação entre as unidades operacionais e o Centro de Pesquisa Operacional.

Uma vez compreendido o conceito de PO, as suas áreas de atuação e seus produtos, a sua importância para uma utilização mais racional de recursos na área operacional, bem como a formação necessária de pessoal para compor o Centro de Pesquisa Operacional do COMGAR como proposto neste trabalho, é conveniente prosseguir com uma síntese dos assuntos abordados.

5 - Conclusão

A aplicação de modelos matemáticos como um meio eficiente de apoio à tomada de decisão difundiu-se a partir do desenvolvimento, durante a 2ª Guerra Mundial, de uma ciência denominada Pesquisa Operacional. Hoje, as técnicas de PO são amplamente utilizadas e difundidas nas grandes organizações, conforme apresentado no início deste trabalho.

No capítulo seguinte, comentou-se as principais áreas de atuação da PO e seus produtos, de modo a identificar o potencial e as vantagens da aplicação desta ciência na Força Aérea.

A seguir, tendo em vista a inexistência de um órgão no COMAER específico para o emprego da PO em apoio às atividades operacionais da Força, foi proposta a criação do Centro de Pesquisa Operacional do

COMGAR, seguindo um modelo similar ao adotado por diversos países com reconhecido sucesso na área militar.

Por último, foi abordado o aspecto da formação de pessoal para desenvolver adequadamente projetos na área de PO, enfatizando que, além de uma sólida formação acadêmica, é recomendável ao analista de PO uma boa experiência na área operacional.

Sendo assim, torna-se claro que o objetivo do trabalho foi alcançado, pois se a proposta for adotada, as unidades subordinadas ao COMGAR contarão com um órgão específico para apoiá-las na solução de problemas de grande complexidade, através da utilização de modelos matemáticos.

Destaca-se a importância que este assunto representa para a FAB, pois através do emprego da PO é possível empregar de forma mais racional os escassos recursos existentes.

A história tem mostrado que nem sempre as guerras são vencidas por quem possui a maior quantidade de meios, mas sim por quem consegue empregar os seus recursos da forma mais inteligente possível.

REFERÊNCIAS

BEASON, Douglas J. The Need for Technical Warriors. *Air Power Journal*, v. XIV, n. 1, p. 70-76, abr./jun. 2000.

HILLIER, Frederick S.; LIEBERMAN, Gerald J. *Introduction to Operations Research*. 7ª edição. Nova York: MacGraw-Hill, 2000. 1214 p.

PRZEMIENIECKI, J.S. *Mathematical Methods in Defense Analysis*. 2ª edição. Washington, DC. American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1990. 425 p.

