

APLICAÇÕES DE PESQUISA OPERACIONAL EM ÁREAS DE INTERESSE MILITAR: UM ESTADO-DA-ARTE

Nilton de Oliveira Lessa – 1º Ten. Eng. (COMAER)

niltonlessa@globo.com

Mischel Carmen Neyra Belderrain

carmen@mec.ita.br

Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA
Praça Marechal Eduardo Gomes, 50 - Vila das Acácias
CEP 12228-900 – São José dos Campos – SP – Brasil

Resumo

A Pesquisa Operacional – PO foi criada para o atendimento de necessidades militares. Entretanto, verifica-se nos últimos anos uma lacuna no conjunto de trabalhos científicos desse campo do conhecimento voltados a aplicações em problemas de natureza militar, com exceção da produção norte-americana. O presente trabalho apresenta um estado-da-arte de algumas recentes aplicações militares das técnicas de Pesquisa Operacional e tece considerações sobre as áreas de maior interesse e técnicas mais aplicadas, representando um subsídio para os interessados em pesquisas científicas voltadas ao campo militar.

Palavras-Chave: estado-da-arte, pesquisa operacional, militar, aplicações

Abstract

Operational Research - OR has been created for addressing military applications. Nevertheless, one realizes there is a gap in OR works facing military problems during the latest years, except in the United States. The present work displays a state-of-the-art of some recent military applications of OR, and considers the fields with greatest interest as well as the techniques more often employed, thus representing an aid for people interested in scientific research facing the military field.

Keywords: state-of-the-art, operations research, military, applications

1. INTRODUÇÃO

A Pesquisa Operacional – PO surgiu para o atendimento de necessidades militares. Entretanto, verifica-se nos últimos anos uma lacuna no conjunto de trabalhos científicos desse campo do conhecimento voltados a aplicações em problemas de natureza militar, com exceção da produção norte-americana, sendo conhecida a importância conferida por aquele país à manutenção de sua supremacia militar no planeta. De modo geral, existem poucos trabalhos voltados a descrever o estado-da-arte em aplicações militares da PO, podendo-se citar como exemplos mais recentes Hartley III (1992), que pesquisou os trabalhos apresentados entre 1984 e 1991 nos congressos dos *Operations Research Society of America* e *The Institute of Management Sciences - ORSA/TIMS*; e Forder (2004), que tece uma visão histórica sobre o emprego da PO restrito ao âmbito do Ministério da Defesa do Reino Unido, desde 1945 até a atualidade. A partir de 1990, não foram encontrados trabalhos que enfocassem o estado-da-arte em casos militares de aplicação de PO.

No Brasil, uma ênfase especial vem sendo dada pelo Comando da Aeronáutica e pela Marinha do Brasil à denominada Análise Operacional (AO), que compreende justamente o emprego de métodos matemáticos de análise para a solução de problemas militares, valendo-se, portanto, de diversas técnicas da Pesquisa Operacional. A AO pode ser entendida como uma atividade que fornece bases metodológicas a uma Força Armada, capacitando-a a

identificar grupos de variáveis que afetam os problemas inerentes aos teatros de guerra, de forma a modelá-los matematicamente, dimensioná-los e caracterizá-los, com vistas à melhor compreensão, gerência e exploração dos fenômenos envolvidos. Dessas bases metodológicas decorrem alguns produtos de extrema importância para as atividades precípuas dessas FFAA, contudo sendo praticamente restritas à área operacional. Assim, pode-se inferir que exista um elevado e inexplorado potencial para inúmeras possibilidades de aplicação das técnicas de PO, e conseqüentes benefícios, aos diversos outros setores que compreendem as estruturas e o funcionamento das FFAA.

O objetivo do presente trabalho é apresentar um estado-da-arte acerca de algumas recentes aplicações de interesse militar que têm sido abordadas com os conhecimentos da PO e identificar quais as técnicas escolhidas para tratá-las, contribuindo desta forma para difundir a percepção acerca de uma ampla gama de possibilidades de emprego no seio das FFAA.

2. METODOLOGIA DE PESQUISA

Para tentar identificar as recentes aplicações de técnicas de PO à resolução de problemas militares, foi realizada uma pesquisa nos principais periódicos internacionais relacionados à área da PO e, em nível nacional, nos anais de simpósios e periódicos da área, tendo sido considerados recentes os trabalhos publicados nos últimos 15 anos.

Os periódicos internacionais e correspondentes períodos pesquisados foram: a) The Journal of Operational Research Society; b) European Journal of Operational Research; c) Asia-Pacific Journal of Operations Research; d) Operations Research; e) Computers & Operations Research; f) Interfaces; e g) Management Science. Faz-se necessário mencionar que a pesquisa não contemplou o período de 15 anos para todos os periódicos supracitados.

É necessário citar, ainda, que a pesquisa realizada não contempla trabalhos publicados pela sociedade norte-americana, *Military Operations Research Society*. Embora sejam disponibilizados no site dessa organização [http1] os resumos dos trabalhos apresentados nas últimas edições de simpósios por ela promovidos, praticamente todos os resumos são breves descrições dos assuntos tratados e/ou motivações, sem o fornecimento de detalhes sobre as técnicas empregadas nas abordagens dos problemas. Entretanto, não se pode afirmar que isto represente um aspecto totalmente negativo, pois face à importância atribuída por aquela nação à manutenção de sua hegemonia militar no mundo, traduzida no elevado aporte de capital e na quantidade de trabalhos produzidos, a inclusão de uma razoável parcela da produção acadêmica americana seria o suficiente para distorcer a percepção que se poderá ter do estado-da-arte da PO, com relação às atividades militares, em nível mundial.

Em âmbito nacional, foram pesquisados trabalhos apresentados nos seguintes eventos:

- Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional - SBPO, promovidos pela Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional (SOBRAPO), no período de 2001 a 2004;
- Simpósio de Pesquisa Operacional e Logística da Marinha – SPOLM; promovidos pelo Centro de Análises de Sistemas Navais (CASNAV), no período de 1997 a 2004;
- Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP, promovidos pela Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO), ano 2003.
- Simpósio de Guerra Eletrônica – SIGE, promovido pelo Centro Técnico Aeroespacial (CTA), ano 2004

Para identificar os trabalhos relevantes, o critério adotado envolveu a busca de determinadas palavras-chave a serem localizadas nos títulos e resumos dos trabalhos das publicações acima referidas, tais como: *military, defense, Armed Forces, Air Force, Army e Navy*, bem como as correspondentes traduções destes termos na procura em nível nacional.

Para cada artigo, procurou-se determinar a principal técnica de PO aplicada ao problema estudado, bem como classificá-lo conforme áreas e subáreas entendidas como de interesse militar, conforme o entendimento dos autores do presente trabalho.

3. ÁREAS DE INTERESSE MILITAR

Os artigos pesquisados foram agrupados em áreas e subáreas que procuram concentrar campos de interesse na estrutura militar de uma forma genérica. Assim, as aplicações verificadas foram organizadas nas seguintes áreas: a) Comando e Controle; b) Inteligência; c) Pessoal; d) Logística; e) Operações; f) Administração, Economia e Finanças; g) Pesquisa e Desenvolvimento (P & D); e h) Ensino. É digno de nota que a divisão supramencionada não reflete a estrutura organizacional das Forças Armadas e que cada Força possui seu próprio organograma, no qual as denominadas áreas de interesse, para fins do presente artigo, encontram-se inseridas de diferentes maneiras. Esta seção visa propiciar uma familiarização com os aspectos relacionados a essas áreas, nos quais foi baseada a classificação proposta neste trabalho.

Processos de “Comando e Controle”, por exemplo, correspondem ao exercício da autoridade e da direção de um comandante de uma força para o cumprimento de determinada missão. Estes processos envolvem dois componentes principais: a capacidade de dirigir a ação de uma determinada unidade subordinada através de ordens (o componente comando) e a capacidade de uma unidade de reportar ao escalão superior, sua situação, localização e ação no cumprimento de ordens (o componente controle) [http2]. Um processo de Comando e Controle visa proporcionar condições que facilitem o processo de tomada de decisão, baseado em: a) sistemas inteligentes e capazes de antecipar situações que exijam sua utilização; b) meios de comunicação modernos e seguros; e c) atividade de Inteligência com forte suporte no sensoriamento remoto.

A Inteligência pode ser entendida como “a atividade técnico-militar especializada, permanentemente exercida, com o objetivo de produzir conhecimentos de interesse do Comandante de qualquer nível hierárquico e proteger conhecimentos sensíveis, instalações e pessoal das FFAA contra ações realizadas ou patrocinadas pelos serviços de Inteligência oponentes e/ou adversos. Quando exercida no planejamento de operações, por exemplo, a Inteligência tem por objetivo a produção de conhecimentos sobre o inimigo, por meio de um estudo detalhado de sua ordem de batalha, estrutura de comando, doutrina de emprego, métodos de combate, armamentos, equipamentos e outros fatores necessários à determinação das peculiaridades, deficiências, possibilidades e limitações. Ainda, produz conhecimentos sobre o “ambiente operacional e suas implicações para as nossas Forças e para o inimigo, o estudo do terreno e das condições climáticas e meteorológicas para determinar seus efeitos nas operações, a fim de diminuir as incertezas do campo de batalha” (Cerqueira Filho, 2002).

A área Pessoal está relacionada aos aspectos relacionados a planejamento e emprego dos recursos humanos; moradia e saúde.

A Logística constitui um sistema operacional com o propósito de prever e prover recursos de toda ordem que permitam a realização de campanhas militares. Normalmente integra as funções de suprimento, manutenção, engenharia e transporte e mobilização.

Por Operações deve-se entender o conjunto de todas as atividades correlatas às atividades típicas de operações militares. Nessa área estarão consignados os artigos que versem sobre operações aéreas, marítimas ou terrestres; questões voltadas a situações de combate; atividades de vigilância, busca e detecção, entre outras.

Na área Administração, Economia e Finanças foram englobados os trabalhos concernentes ao gerenciamento de recursos financeiros.

As áreas Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e Ensino não requerem detalhamento.

4. ORGANIZAÇÃO DA PESQUISA

Os resultados da pesquisa são apresentados na Tabela 1, a qual foi estruturada em cinco campos descritos a seguir:

- Área de Interesse: relaciona as áreas descritas na seção anterior;
- Subárea de Interesse: relaciona segmentos específicos, quando for o caso, que compõem algumas das áreas de interesse;

- Objetivo do Trabalho/ Problema Abordado: cita de forma resumida a que se propõe o trabalho pesquisado;
- Principal Metodologia ou Técnica de PO Aplicada: este campo cita qual a principal metodologia ou técnica de PO aplicada a cada um dos problemas estudados;
- Referência: indica a correspondente referência bibliográfica.

Tabela 1. Recentes Aplicações de Pesquisa Operacional em Áreas de Interesse Militar

Área de interesse	Sub-área de Interesse	Objetivo do Trabalho/ Problema Abordado	Principal Metodologia ou Técnica de PO Aplicada	Referência
Administração, Economia e Finanças	Avaliação de Gastos	Avaliar a carga financeira dos países membros na aliança da OTAN	DEA	Kim & Hendry (1998)
Administração, Economia e Finanças	Fardamento	Determinar um conjunto dos possíveis tamanhos para um sistema de fardamentos.	Programação Não-Linear	McCulloch et al. (1998)
Administração, Economia e Finanças	Organização	Estabelecer a melhor configuração para o funcionamento de uma Divisão específica de uma Força Armada.	Simulação	Ghanmi (2004)
Administração, Economia e Finanças	Planejamento de Investimentos	Otimizar investimentos de longo prazo na aquisição e desenvolvimento de veículos de lançamento e sistemas espaciais.	Programação Inteira	Brown et al. (2003)
Administração, Economia e Finanças	Planejamento de Investimentos	Avaliar e priorizar projetos de tecnologias avançadas.	Método de Decisão Multicritério	Tavana (2003)
Administração, Economia e Finanças	Planejamento de Investimentos	Equilibrar o investimento em veículos blindados de apoio a combate	Programação Inteira Mista	Walmsley & Hearn (2004)
Administração, Economia e Finanças	Planejamento Financeiro	Determinar a melhor distribuição das horas de voo no Comando da Aeronáutica	DEA	Avelar et al (2004a)
Administração, Economia e Finanças	Planejamento Financeiro	Programar ações de fechamento e reordenamento de bases militares devido a restrições orçamentárias governamentais	Programação Inteira Mista	Dell (1998)
Administração, Economia e Finanças	Planejamento Financeiro	Examinar a aplicação de programação multiobjetiva no planejamento de orçamento.	Programação Multiobjetiva	Kim et al. (1997)
Administração, Economia e Finanças	Planejamento Financeiro	Auxiliar a decisão acerca da alocação do recurso orçamentário dentro da Força Aérea Brasileira, visando maximizar a capacitação operacional dos pilotos.	Programação Linear	Marchi et al. (2004)
Administração, Economia e Finanças	Planejamento Financeiros	Determinar o conjunto de opções de gastos que resultem no maior valor possível dentro de um orçamento limitado.	Programação Inteira Binária	Brown et al. (2004)
Administração, Economia e Finanças	Planejamento Financeiro	Determinar a melhor distribuição das horas de voo no Comando da Aeronáutica	DEA	Avellar et al.(2004b)
Comando e Controle		Avaliar sistemas de comunicação para suporte à atividade de Comando e Controle.	Análise de Decisão/ Metodologia	Hale et al. (1997)
Comando e Controle		Analisar e avaliar a concepção de Comando e Controle da Força-Tarefa (Terrestre) de Reação Imediata da OTAN.	Simulação	Lambert (2004)
Comando e Controle		Auxiliar as funções de Comando e Controle relacionadas com as atividades internas de engenharia e controle de danos em navios de combate.	Sistemas Especialistas	Marques & Pires (2003)
Comando e Controle		Discutir o problema da tomada de decisão e comando militar através da consideração de um modelo matemático.	Análise de Decisão/ Métodos Bayesianos	Moffat & Witty (2002)
Comando e Controle		Representar o processo de Comando e Controle através de modelos de simulação de conflitos	Simulação	Moffat (2000)

Comando e Controle		Avaliar o problema de roteamento em redes móveis ad hoc sob o ponto de vista de aplicações militares.	Simulação	Pereira & Pedrosa (2003)
Comando e Controle		Identificar a relação entre inteligência militar, decisão e conseqüências do combate	Distribuição de Probabilidades	Perry & Moffat (1997b)
Comando e Controle		Desenvolver uma moderna família de modelos de simulação de campanhas militares.	Simulação	Taylor & Lane (2004)
Ensino	Formação Militar	Selecionar instrutores para uma Escola Militar	Método de Decisão Multicritério	Iack & Costa (2004)
Inteligência	Geração de Informação	Apresentar a experiência do emprego de análise operacional na operação de paz em Kosovo	Análise Estatística	Neighbour et al. (2002)
Inteligência	Geração de Informação	Analisar os potenciais de crises e conflitos, presentes e futuros, em regiões geopolíticas.	Método de Decisão Multicritério	Gass (1994)
Inteligência	Geração de Informação	Otimização da busca para ataque de emboscada a um alvo em movimento, quando não se detém informação acerca do momento em que o alvo transitará através de uma das rotas.	Programação Não-Linear	Hohzaki & Iida (2001)
Inteligência	Geração de Informação	Avaliar o quanto um determinado conjunto de informações é realmente valioso para comandantes tomando decisões de campanhas militares num contexto de guerra.	Análise de Decisão/ Fuzzy Sets	Perry & Moffat (1997a)
Inteligência	Geração de Informação	Identificar atividades de desenvolvimento de armas por grupos terroristas	Análise Estatística	Sullivan & Perry (2004)
Inteligência	Proteção de Material Estratégico	Avaliar alternativas para a disposição de plutônio excedente da redução de armas nucleares.	Método de Decisão Multicritério	Butler et al. (2005)
Logística	Cadeia de Suprimento	Propor um modelo de jogo que simule os processos e relacionamentos existentes em uma cadeia de suprimento.	Simulação	Mury (2003)
Logística	Distribuição	Desenvolver um modelo de otimização que aloque unidades de apoio móveis num campo de batalha para prover apoio suficiente à pequenos grupamentos de fuzileiros navais em combate.	Programação Inteira	Gue (2003)
Logística	Distribuição e Transporte	Distribuir unidades da Guarda Nacional Americana em sites de treinamento considerando objetivos e restrições relacionadas a frota de veículos de treinamento	Heurísticas	Murty & Djang (1999)
Logística	Gerenciamento de Estoque	Identificar um modelo de gerenciamento de estoques que possibilite a redução do nível de estoque médio do óleo diesel distribuído a Organizações Militares de determinada região com probabilidade mínima de falta de estoque.	Simulação	Moraes & Lopes (2003)
Logística	Gerenciamento de Estoque	Estimar o mínimo estoque de matéria-prima necessário para manter uma batalha terrestre prolongada.	Programação Multiobjetiva	Ng & Lam (1999)
Logística	Localização	Determinar para o problema do reabastecimento em vôo de uma aeronave de carga por um avião-tanque, o combustível inicial necessário a cada aeronave e a localização do ponto de reabastecimento de modo a minimizar o consumo total de combustível.	Programação Não-Linear	Yamani et al. (1990)
Logística	Localização e Distribuição	Resolver um problema de decisão de localizações e rotas envolvendo múltiplos depósitos e veículos.	Heurísticas	Chan et al (2001)
Logística	Manutenção	Programar a manutenção de embarcações	Heurísticas	Deris et al. (1999)
Logística	Manutenção	Avaliar a gestão da manutenção e o acompanhar o grau de obsolescência de navios militares.	Análise Estatística	Santos et al. (2003b)

Logística	Mobilização	Efetuar um planejamento de pessoal para uma unidade de reserva militar.	Programação Multiobjetiva	Reeves & Reid (1999)
Logística	Transporte	Dado um conjunto de aeronaves com capacidades de transporte limitadas, mover cada solicitação em uma janela de tempo especificada, empregando a frota de aeronaves da forma mais eficiente.	Heurísticas	Gue'ret et al (2003)
Logística	Transporte	Aplicar a lógica utilizada pelas formigas em sua busca por alimentos para solucionar problemas logísticos da FAB.	Heurísticas	Abrahão & Gualda (2004)
Logística	Transporte	Reorganizar um processo logístico para adequação aos objetivos operacionais de uma Força Aérea expedicionária, minimizando o tempo médio de trânsito de cada item necessário.	Programação Inteira	Amouzezar et al. (2004)
Logística	Transporte	Otimizar a capacidade estratégica de transporte aéreo intercontinental	Programação Linear	Baker et al. (2002)
Logística	Transporte	Reduzir a performance de uma força militar em mover material, tropas e informação através de uma rede em tempo de guerra.	Programação Inteira Estocástica	Cormican et al. (1998)
Logística	Transporte	Minimizar o tempo necessário para a movimentação rápida e eficiente de unidades militares entre diferentes zonas do teatro de operações (<i>force accumulation</i>).	Programação Inteira Binária	Kress (2001)
Logística	Transporte	Minimizar a quantidade de vagões utilizados no transporte de veículos militares	Programação Linear	Rocha et al. (2004)
Logística	Transporte	Estabelecer estratégias de reabastecimento para maximizar o alcance operacional de uma frota composta por diferentes tipos de aeronaves.	Programação Inteira	Yuan & Mehrez (1995)
Operacional	Análise Operacional	Escolher a melhor aeronave militar de caça supersônica a ser adquirida pela Força Aérea Brasileira.	Método de Decisão Multicritério	Machado et al. (2003)
Operacional	Análise Operacional	Comparar dois métodos analíticos de apoio multicritério à tomada de decisão para escolha de material de emprego militar para uma unidade do Exército Brasileiro.	Métodos de Decisão Multicritério	Passos & Gomes (2002)
Operações	Análise Operacional	Criar um indicador para quantificar a progressão operacional de um piloto de combate	Análise de Decisão/ Métodos Bayesianos	Alcoforado (2003)
Operações	Análise Operacional	Medir a performance de redes integradas de defesa aérea	Processos Estocásticos	Bailey (1992)
Operações	Análise Operacional	Avaliar o desempenho de navios militares	DEA	Bogosian Neto & Pesse (2004)
Operações	Análise Operacional	Predizer a performance operacional de atividades como combate anti-submarino, combate anti-unidades de superfície e atividade de busca e salvamento, através da construção de cenários táticos.	Simulação	Brennan & Denton (2004)
Operações	Análise Operacional	Avaliar o melhor tanque de guerra	Método de Decisão Multicritério	Cheng & Lin (2002)
Operações	Análise Operacional	Avaliar sistemas tático-navais de mísseis	Método de Decisão Multicritério	Cheng (1996)
Operações	Análise Operacional	Avaliar helicópteros de ataque.	Método de Decisão Multicritério	Cheng et al. (1999)
Operações	Análise Operacional	Avaliar a performance de uma frota com base num mix específico de embarcações	Programação Multiobjetiva	Crary et al (2002)

Operações	Análise Operacional	Possibilitar a análise de estrategistas militares quanto à performance de sistemas de armas existentes ou propostos contra uma variedade de alvos.	Programação Multiobjetiva	Gallagher & Kelly (1991)
Operações	Análise Operacional	Avaliar a performance da operação de manutenção da ordem promovida pela OTAN na Bósnia e Herzegovina de 1995 a 2000.	Análise Estatística	Lambert (2002)
Operações	Análise Operacional	Avaliar o desempenho operacional de uma pista de pouso e decolagens de aeronaves	Teoria de Filas	Sasaqui (2003)
Operações	Análise Operacional	Determinar a mais econômica duração do ataque de uma aeronave a um determinado número de alvos passíveis.	Processos Estocásticos	Sivazlian & Rhee (1990)
Operações	Combate	Estimar coeficientes de atrito (variáveis no tempo) para uma equação de Lanchester	Programação Não-Linear	Chen (2002)
Operações	Combate	Apresenta uma proposta de arquitetura para sistemas baseados em agentes autônomos.	Simulação	Silva & Seixas (2004).
Operações	Combate	Maximizar o número médio de alvos destruídos em um problema do tipo "shoot-look-shoot" (tática de disparar contra um alvo e em função da probabilidade de destruição, efetuar um segundo disparo automaticamente)	Processos Estocásticos	Glazebrook & Washburn (2004)
Operações	Combate	Determinar para formas generalizadas de combate as probabilidades condicionais e incondicionais da sobrevivência de um certo número de agentes em cada grupo no tempo.	Processos Estocásticos	Hausken & Moxnes (2002)
Operações	Combate	Modelar o combate entre duas forças opostas com diferentes regras pra decisão.	Processos Estocásticos	Jaiswal et al (1995)
Operações	Combate	Examinar a regra 3:1 para combate.	Processos Estocásticos	Kress & Talmor (1999)
Operações	Combate	Comparar o uso de um modelo de combate baseado em agentes autônomos em relação aos modelos do tipo Lanchester.	Simulação	Lauren (2002)
Operações	Combate	Selecionar a melhor combinação de sensores para detecção de minas terrestres a partir de uma plataforma aerotransportada.	Método de Decisão Multicritério	Leeneer & Pastijn (2002)
Operações	Combate	Predizer, com base em dados de combate, o lado vencedor de uma batalha e decidir entre modelos alternativos.	Análise de Decisão/ Métodos Bayesianos	Pettit et a. (2003)
Operações	Combate	Oferecer um meio de avaliar dois diferentes tipos de comportamento em combate na mesma área de operação, através de um sistema que modela uma operação terrestre.	Simulação	Savelli et al.(2004)
Operações	Combate	Explorar os efeitos da aplicação de modelos de atrito estocásticos exponenciais de Lanchester a batalhas divididas em diferentes arranjos de combates de menor dimensão.	Processos Estocásticos	McNaught (1999)
Operações	Combate Aéreo	Modelar o combate entre míssil e aeronave	Simulação	Farias Neto (2004)
Operações	Combate Aéreo	Avaliar e prever o sucesso ou fracasso de uma determinada operação aérea, com um bom nível de precisão.	Simulação	Lima Neto & Abdurahiman (2002)
Operações	Combate Aéreo	Modelar o combate entre múltiplas aeronaves e um sistema de defesa anti-aérea	Simulação	Vieira & Prati (1997)
Operações	Combate Aéreo	Modelar o combate entre uma aeronave e um sistema de defesa anti-aérea	Simulação	Vieira & Prati (1998)

Operações	Combate Aéreo	Modelar o combate entre míssil e aeronave	Simulação	Vieira & Prati (1999)
Operações	Combate Aéreo	Avaliar modelos de combate entre míssil e aeronave.	Simulação	Vieira et al.(2004a)
Operações	Combate Aéreo	Modelar o comportamento de mísseis anti-aéreos	Simulação	Vieira et al.(2004b)
Operações	Combate Terrestre	Designar unidades militares aliadas para combater unidades inimigas, num combate terrestre em nível tático, de modo a minimizar o custo total de armamento empregado e atingir metas satisfatórias de abate do inimigo.	Heurísticas	Erdem & Ozdemirel (2003)
Operações	Ensaio em Vôo	Apresentar um algoritmo que agiliza o planejamento de uma <i>data cycle map</i> para armazenamento de dados durante ensaios em vôo.	Programação Inteira	Panton et al. (2003)
Operações	Guerra de Minas Navais	Mostrar um emprego prático da Simulação de Monte Carlo para a solução de problemas referentes a operações de contra medida de minagem marítima.	Simulação	Paes Filho (2002)
Operações	Guerra de Minas Navais	Apresentar uma metodologia de validação de modelos de simulação.	Análise Estatística	Kleijnen (1995)
Operações	Operações Aéreas	Resolver problemas de alocação de recursos em campanhas militares (nível de teatro)	Teoria dos Jogos	Gohose et al. (2002)
Operações	Operações Aero-Navais	Programar decolagens e pousos de aeronaves em um porta-aviões em trânsito para uma posição dentro da região de ataque de um alvo designado, de modo a obter um balanço ótimo entre suas necessidades de auto-defesa e as ordens recebidas para chegar ao local em um determinado intervalo de tempo.	Programação Inteira	Rosenthal & Walsh (1996)
Operações	Planejamento de Missão	Modelar uma ferramenta de apoio a decisão para auxiliar as etapas do processo de planejamento militar de desembarque de tropas.	Grafos	Seixas et al. (2001)
Operações	Planejamento de Missões Aéreas	Determinar, para o planejamento de uma missão aérea de combate, o melhor grau de força para alcançar os objetivos de uma campanha militar.	Programação Inteira Binária	Griggs et al. (1997)
Operações	Planejamento Militar	Avaliar as melhores estratégias para o desdobramento de força num engajamento militar convencional no nível de teatro de operações com o objetivo de minimizar o avanço total da frente de batalha da força inimiga.	Programação Não-Linear	Kevin et al. (1995)
Operações	Sistemas Aeroespaciais	Determinar o "mix" de veículos de lançamento a serem produzidos, bem como a alocação de satélites individuais para os veículos de lançamento, de modo a minimizar o custo total de lançamento num horizonte de tempo.	Heurísticas	Morgan et al
Operações	Veículos Aéreos Não-Tripulados	Elaborar e executar planos que retornem alta probabilidade de sucesso de que veículos aéreos não-tripulados atinjam alvos determinados.	Processos Estocásticos	Lian & Deshmukh (2004)
Operações	Veículos Aéreos Não-Tripulados	Determinar a quantidade de veículos aéreos não-tripulados necessários para executar tarefas de detecção, classificação, enquadramento de alvo e avaliação de danos de combate.	Distribuição de Probabilidades	Smith et al. (2001)
Operações	Vigilância	Maximizar a performance operacional de unidades de vigilância de superfície marítima.	Simulação	Grob (2004)
Operações	Vigilância	Encontrar uma estratégia ótima para rota e busca que maximize o retorno esperado, considerando uma relação custo-performance.	Programação Inteira	Hohzaki & Iida (1997)
Operações	Vigilância	Estabelecer regras de programação para um recém-desenvolvido sistema de radar multifunção, que combina as tarefas de procurar volumes no espaço, seguir a trajetória de alvos e guiar mísseis.	Heurísticas	Ormana et al. (1996)
Operações	Vigilância	Otimizar o planejamento de rotas para missões de obtenção de imagens de alta-resolução de alvos terrestres selecionados.	Análise de Redes	Panton & Elbers (1999)

Operações	Vigilância	Determinar o posicionamento ótimo de um conjunto de radares, de modo a maximizar a área por eles coberta.	Heurísticas	Santos et al. (2003a)
P & D	Sistemas Aeroespaciais	Possibilitar a análise da viabilidade, a definição de uma trajetória nominal e a análise de desempenho de um VLS.	Simulação	Monte-Mor & Abdurahiman (2004)
P & D	Sistemas Aeroespaciais	Identificar as mais promissoras futuras tecnologias e conceitos de sistemas para garantia do domínio aeroespacial.	Análise de Decisão/ Metodologia	Parnell et al. (1998)
P & D	Sistemas Navais	Apresentar o desenvolvimento de um modelo computacional de um sistema marítimo de Propulsão Elétrica Integral	Simulação	Ferreira & Bucknall (2003)
Pessoal	Alocação de Recursos Humanos	Maximizar o grau de satisfação de militares no processo de planejamento e designação para tarefas.	Programação Linear	Allen Holder (2005)
Pessoal	Alocação de Recursos Humanos	Classificar cadetes recém-formados em diferentes campos de atuação, conjugando restrições como suas performances, os requisitos da organização para as áreas de atuação e as preferências dos cadetes com relação às áreas oferecidas.	Programação Inteira Binária	Armocost & Lowe (2002)
Pessoal	Alocação de Recursos Humanos	Designação de pessoal para posições específicas num ambiente militar.	Análise Estatística	Feiring (1993)
Pessoal	Avaliação de Desempenho	Auxiliar a estruturação de um novo modelo de avaliação de oficiais baseado em competências e no potencial individual de cada oficial considerando sua especialização funcional.	Métodos de Decisão Multicritério	Leitão et al. (2002)
Pessoal	Moradia	Aprimorar um sistema desenvolvido para o planejamento de construções e arrendamentos de moradias para militares.	Heurísticas	Forgionne & Frager (1998)
Pessoal	Moradia	Alocar moradias para militares.	Heurísticas	Forgionne (1998)
Pessoal	Moradia	Prover o pessoal das forças armadas de moradias aceitáveis com o mínimo custo nas circunvizinhanças de instalações militares.	Modelos Econométricos	Forgionne (2001)
Pessoal	Planejamento de Recursos Humanos	Efetuar o planejamento a longo prazo do efetivo de uma Força Armada.	Programação Linear Estocástica	Gass et al (1988)
Pessoal	Planejamento de Recursos Humanos	Buscar uma solução de melhor suprir a necessidade do recompletamento anual dos Quadros de Oficiais e Praças.	Programação Não-Linear	Gomes (2002)
Pessoal	Recrutamento	Distinguir performances eficientes e ineficientes nas propagandas de recrutamento militar.	DEA	Brockett et al. (2004)
Pessoal	Recrutamento	Replanejar procedimentos de recrutamento militar.	Simulação	Shtrichman et al. (2001)
Pessoal	Recrutamento	Identificar estratégias de recrutamento e promoções no gerenciamento de militares alistados.	Programação Multiobjetiva	Silverman et al. (1988)
Pessoal	Saúde	Analisar a estrutura de avaliação do desempenho dos setores odontológicos de unidades hospitalares do Sistema de Saúde da Marinha.	DEA	Sant´anna & Oliveira (2002)

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS DA PESQUISA

5.1. DISTRIBUIÇÃO POR ÁREA

A distribuição de todos os trabalhos pesquisados pelas áreas de interesse militar

definidas é apresentada na Figura 1 em termos percentuais, relativos aos diferentes conjuntos: a) geral; b) produção nacional; e c) produção internacional. É importante ressaltar que os níveis de participação ilustrados são relativos a cada conjunto isoladamente, uma vez que em termos absolutos, a produção internacional corresponde a aproximadamente duas vezes e meia a nacional.

Observa-se que a grande maioria de trabalhos publicados está associada à área Operações, a qual responde por uma parcela maior que a soma das contribuições das áreas Logística; Pessoal; e Administração, Economia e Finanças, que se seguem em número de artigos. Este fato também ocorre com relação ao conjunto dos trabalhos que constituem a produção nacional. Com relação àqueles produzidos por autores estrangeiros, ocorre praticamente um empate.

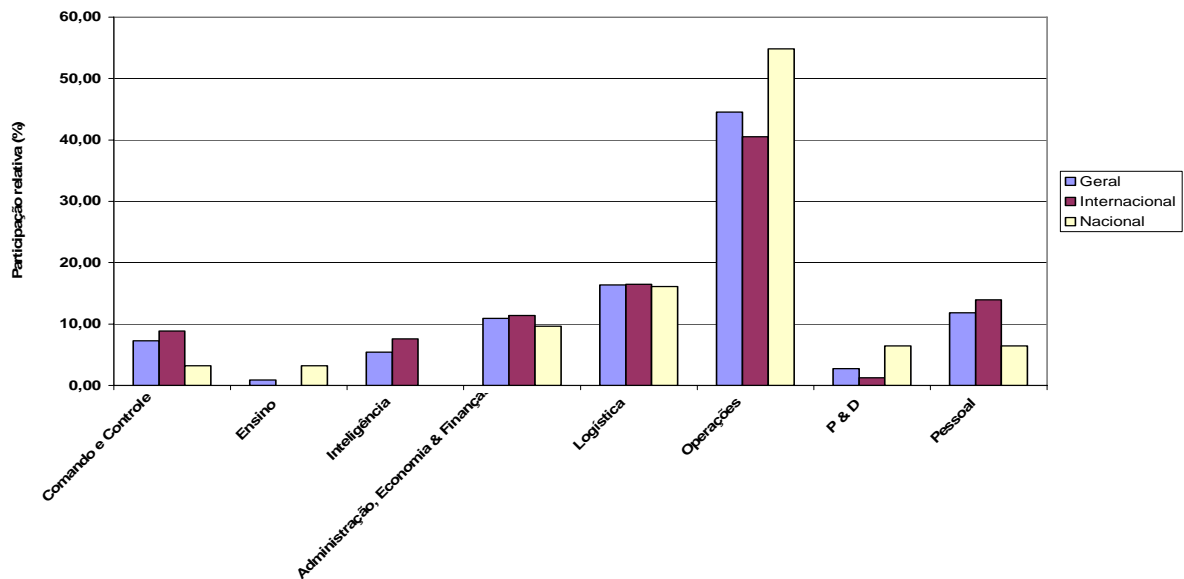


Figura 1. Distribuição dos Trabalhos por Áreas

A comparação entre as distribuições em nível nacional e internacional mostra algumas diferenças, tais como: a) entre os trabalhos internacionais a contribuição de trabalhos nas áreas de Comando e Controle e Inteligência, pouco exploradas no que tange à produção nacional, e b) a presença de um trabalho voltado à área de Ensino, o que por sua vez não é observado com relação à produção estrangeira.

A comparação também aponta uma interessante semelhança: um equilíbrio entre os conjuntos no que tange às participações relativas nacional e internacional com relação às principais categorias identificadas, ou seja, Operações; Logística; Pessoal; e Administração, Economia e Finanças.

A Tabela 2 mostra para cada uma das principais áreas de interesse a subárea de maior importância e a metodologia ou técnica de PO mais aplicada a essa subárea. É possível notar que à exceção de Pessoal, as demais áreas possuem subáreas de maior interesse para pesquisa e elaboração de trabalhos. Outro aspecto a ser observado é a identificação de métodos específicos de maior sucesso ou interesse quanto à aplicabilidade para cada subárea.

Tabela 2. Identificação das subáreas de maior interesse e correspondentes técnicas de PO mais aplicadas

Principais Áreas de Interesse	Subárea de Maior Interesse/ Representatividade	Metodologia ou Técnica de PO mais Aplicada
Operações	Combate/ 38,8%	Múlticritério
	Análise Operacional/ 28,5%	Simulação, Processos Estocásticos
Logística	Transporte/ 50%	Programação Inteira, Heurísticas
Pessoal	Houve equilíbrio entre as subáreas de planejamento de RH, alocação de RH, recrutamento e moradia/ 23% cada	Não houve preponderância de uma dentre as diversas técnicas utilizadas na área de interesse.
Administração, Economia e Finanças	Planejamento Financeiro e Investimentos/ 75%	Programação Inteira, DEA

5.2. DISTRIBUIÇÃO POR TÉCNICAS DE PO UTILIZADAS

A distribuição de todos os trabalhos pesquisados por técnica da PO é ilustrada na Figura 2, também em termos de participação relativa dos conjuntos considerados.

Verifica-se que, aparentemente, Simulação representa a técnica mais utilizada, se considerados todos os trabalhos. Entretanto, pode ser observado que isto se deve à elevada parcela representada pelo emprego da Simulação em nível nacional, cuja utilização supera as demais em praticamente seis vezes. Por outro lado, também é possível perceber que no tocante aos trabalhos internacionais, essa técnica foi menos utilizada que Heurísticas e Programação Inteira e tanto quanto Métodos de Decisão Multicritério (MDMC) e Processos Estocásticos.

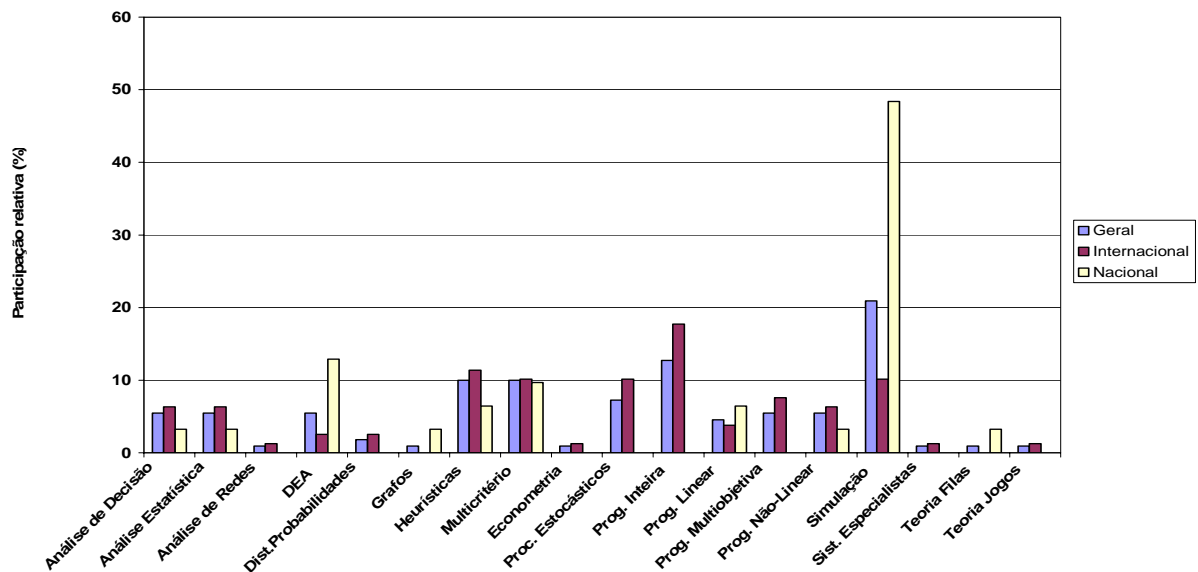


Figura 2 . Distribuição Geral dos Trabalhos por Técnicas de PO Utilizadas

Verifica-se no tocante à distribuição dos artigos nacionais: a) uma ampla preferência pela técnica de Simulação; b) um razoável emprego das técnicas DEA, Multicritério, Heurísticas e Programação Linear; d) a fraca ou inexistente aplicação das demais técnicas. A distribuição dos internacionais indica a Programação Inteira como uma técnica relativamente preponderante sobre as demais. Ainda, existe uma participação equilibrada com respeito às técnicas Heurística, Multicritério, Processos Estocásticos e Simulação, cujas parcelas situam-se na faixa de 10%, aproximadamente.

A Tabela 3 relaciona as técnicas de PO mais utilizadas, no conjunto geral dos trabalhos, e as áreas nas quais foram mais empregadas. Os dados relacionados sugerem que cada técnica parece ser mais apropriada a determinadas áreas. É interessante notar, entretanto, que todas as técnicas utilizadas, exceto DEA, foram aplicadas à área Operações. Este fato deve-se possivelmente à maior quantidade de subáreas e à diversidade de problemas que

podem ser abordados nessa área em especial.

Tabela 3. Técnicas de PO mais utilizadas e áreas de interesse militar com maior aplicação

Técnica de PO	Áreas com maior aplicação
Análise de Decisão	Inteligência, Operações
Análise Estatística	Comando e Controle, Operações
DEA	Administração, Economia e Finanças e Pessoal
Heurísticas	Logística e Operações
Multicritério	Inteligência e Operações
Processos Estocásticos	Operações
Programação Inteira	Logística e Operações
Simulação	Operações

6. CONCLUSÕES

Neste trabalho é apresentada uma revisão sumária de algumas recentes aplicações de metodologias e técnicas da Pesquisa Operacional em problemas relacionados a áreas de interesse militar.

A principal contribuição do artigo é relacionar diversos trabalhos e procurar identificar áreas (subáreas) de interesse militar e as principais metodologias ou técnicas de PO aplicadas em cada trabalho, fornecendo desta forma subsídios para os interessados em pesquisas científicas voltadas para o campo militar.

Outra contribuição é a identificação das áreas com maior número de trabalhos publicados, pressupondo assim maior interesse, bem como quais técnicas foram preferencialmente empregadas. Desta forma, é possível não apenas verificar que determinadas áreas são melhor abordadas com técnicas específicas e vice-versa, como também ilustrar o grande potencial para trabalhos nas áreas e técnicas menos exploradas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] [http1]. Página na Web da *Military Operations Research Society*. Disponível em: <http://www.mors.org/>. Acesso em 30 de junho de 2005.
- [2] [http2]. Página na Web do Laboratório de Comando e Controle do Instituto Militar de Engenharia. Disponível em: <http://www.labc2.ime.eb.br/>. Acesso em 30 de junho de 2005.
- [3] ABRAHÃO, F.T.M.; GUALDA, N.D.F. (2004), *Aplicação da metaheurística colônias de formigas e das heurísticas 2-opt e 3-opt na solução de problemas logísticos da Força Aérea Brasileira*, XXXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL – São João Del Rey/MG, 2004
- [4] ALCOFORADO, D.A. (2003), *Modelos bayesianos aplicados na avaliação operacional de pilotos de combate*, XXXV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL – 2003, Natal/RN
- [5] AMOUZEGAR, M.A.; TRIPP, R.S.; GALWAY, L.A. (2004), *Integrated logistics planning for the air and space expeditionary force*, *Journal of the Operational Research Society* (2004) 55, 422–430
- [6] ARMACOST, A.P.; LOWE, J.K. (2002), *Decision support for the career field selection process at the US Air Force Academ*, *European Journal of Operational Research* 160 (2005) 839–850

- [7] AVELLAR, J.V.G.; MILIONI, A.Z.; MARCHI, M.M.; PINTO, M.J. (2004a), *Distribuição de horas de voo no COMAER utilizando um modelo DEA de fronteira hiperbólica*, VI Simpósio de Guerra Eletrônica - VI SIGE, 2004, São José dos Campos/SP
- [8] AVELLAR, J.V.G.; POLEZZI, A.O.D.; MILIONI, A.Z. (2004b); *Otimização na distribuição das horas de voo do COMAER a partir da utilização de ferramentas estatísticas*. VII Simpósio de Pesquisa Operacional e VIII Simpósio de Logística da Marinha - SPOLM 2004
- [9] BAILEY, M.P. (1992), *Measuring Performance of Integrated Air Defense Networks Using Stochastic Networks*, Operations Research; Jul/Aug 1992; Vol 40, nº 4; pg 647
- [10] BAKER, S.F.; MORTON, D.P.; ROSENTHAL, R.E.; WILLIAMS, L.M. (2002), *Optimizing military airlift*, Operations Research. Linthicum: Jul/Aug 2002. Vol. 50, Iss. 4; pg. 582, 21 pgs
- [11] BOGOSIAN NETO, S.; PESSE, R. (2004), *Uso de análise envoltória de dados na medida de desempenho de navios militares*, VII Simpósio de Pesquisa Operacional e VIII Simpósio de Logística da Marinha - SPOLM 2004
- [12] BRENNAN, J.F.M.; DENTON, A.L. (2004), *COMPASS — The verification and validation of an operational analysis model for use in the prediction of Nimrod MRA4 operational effectiveness*, Journal of the Operational Research Society (2004) 55, 413–421
- [13] BROCKETT, P. L.; COOPER, W.W.; KUMBHAKAR, S.C.; KWINN, M.J.; MCCARTHY, D. (2004), *Alternative statistical regression studies of the effects of Joint and Service Specific advertising on military recruitment*, The Journal of the Operational Research Society. Oxford: Oct 2004. Vol. 55, Iss. 10; pg. 1039
- [14] BROWN, G.G.; DELL, R.F.; HOLTZ, H.; NEWMAN, A.M. (2003), *How US Air Force Space Command Optimizes Long-Term Investment in Space Systems* Interfaces © 2003 INFORMS Vol. 33, No. 4, July–August 2003, pp. 1–14
- [15] BROWN, G.G.; DELL, R.F.; HOLTZ, H.; NEWMAN, A.M. (2004), *Optimizing military capital planning*, Interfaces Vol. 34, No. 6, November–December 2004, pp. 415–425
- [16] BUTLER, J.C.; CHEBESKOV, A.N.; DYER, J.S.; EDMUNDS, T.A.; JIA, J.; OUSSANOV, V.I. (2005), *The United States and Russia Evaluate Plutonium Disposition Options with Multiattribute Utility Theory*, Interfaces Vol. 35, No. 1, January–February 2005, pp. 88–101
- [17] CERQUEIRA FILHO, R.N. (2002), *Defesa Nacional e Inteligência Militar*, Palestra no Seminário “Atividades de Inteligência no Brasil: Contribuições para a Soberania e a Democracia – 4ª parte, novembro de 2002, Câmara dos Deputados.
- [18] CHAN, Y.; CARTER, W.B; BURNES, M.D. (2001), *A multiple-depot, multiple-vehicle, location-routing problem with stochastically processed demands*, Computers & Operations Research 28 (2001) 803-826
- [19] CHEN, H.M. (2002) *An inverse problem of the lanchester square law in estimating time-dependent attrition coefficients*, Operations Research Vol. 50, No. 2, March–April 2002, pp. 389–394
- [20] CHENG, C.H. (1996), *Evaluating naval tactical missile systems by fuzzy AHP based on the grade value of membership function*, European Journal of Operational Research 96 (1996) 343-350

- [21] CHENG, C.H.; LIN, Y. (2002), *Evaluating the best main battle tank using fuzzy decision theory with linguistic criteria evaluation*, European Journal of Operational Research Volume 142, Issue 1 , 1 October 2002, Pages 174-186
- [22] CHENG, C.H.; YANG, K.L.; HWANG, C.L. (1999), *Evaluating attack helicopters by AHP based on linguistic variable weight*, European Journal of Operational Research 116 (1999) 423±435
- [23] CORMICAN, K.J. ; MORTON, D.P.; WOOD, R.K. (1998), *Stochastic network interdiction*, Operations Research. Linthicum: Mar/Apr 1998.Vol.46, Iss. 2; pg. 184, 14 pgs
- [24] CRARY, M.; NOZICK, L.K.; WHITAKER ,L.R. (2002), *Sizing de US destroyer fleet*, European Journal of Operational Research 136 (2002) 680-695
- [25] DELL, R.F. (1998), *Optimizing Army Base Realignment and Closure*, Interfaces Volume: 28. November-December 1998, Number: 6. Pgs: 0001-0018
- [26] DERIS, S.; OMATU, S.; OHTA, H.; KUTAR, S.; SAMAT, P.A.(1999), *Ship maintenance scheduling by genetic algorithm and constraint-based reasoning*, European Journal of Operational Research 112 (1999) 489±502
- [27] ERDEM, E .; OZDEMIREL, N.E. (2003); *An evolutionary approach for the target allocation problem*, Journal of the Operational Research Society (2003) 54, 958–969.
- [28] FARIAS NETO, J.J. (2004), *Combate míssil-aeronave*, VII Simpósio de Pesquisa Operacional e VIII Simpósio de Logística da Marinha - SPOLM 2004
- [29] FEIRING, B R. (1993); *A model generation approach to the personnel assignment problem*, The Journal of the Operational Research Society. Oxford: May 1993. Vol. 44, Iss. 5; pg. 503, 10 pgs
- [30] FERREIRA, C.L.; BUCKNALL, R.G. W. (2004), *Modelagem e simulação em tempo real de um sistema marítimo de propulsão elétrica integral*, VI Simpósio de Pesquisa Operacional e VII Simpósio de Logística da Marinha - SPOLM 2003
- [31] FORDER, R.A.(2004), *Operational Research in the UK Ministry of Defence: an Overview*, in: Journal of The Operational Society (2004) 55, 319-322.
- [32] FORGIONNE, G.A., FRAGER, Y.S. (1998), *The US Army Relies on Decision Support Systems in Allocating Housing Resources*, Interfaces Volume: 28. March-April 1998, Number: 2. Pgs: 0072-0079
- [33] FORGIONNE, G.A. (1998) *Delivering complex decision rules to top level managers through decision support systems: a case study in army housing management*. Computers & Operations Research Volume 25, Issue 6 , June 1998, Pages 419-429
- [34] FORGIONNE, G.A. (2001), *HRSOS: a decision support system to facilitate the privatization of military housing*, Journal of the Operational Research Society (2001) 52, 630±641
- [35] GALLAGHER, M.A.; KELLY, E.J. (1991), *A New Methodology for Military Force Structure Analysis*, Operations Research. Linthicum: Nov/Dec 1991. Vol. 39, Iss. 6; pg. 877, 9 pgs
- [36] GASS, N (1994), *Conflict analysis in the politico-military environment of a new world order*, The Journal of the Operational Research Society. Oxford: Feb 1994. Vol. 45, Iss. 2; pg. 133, 10 pgs

- [37] GASS, S.I.; COLLINS, R.W.; MEINHARDT, C.W.; LEMON, D. M., GILLETTE, M.D. (1998) *The army manpower long-range planning system*, Operations Research. Linthicum: Jan/Feb 1988. Vol. 36, Iss. 1; pg. 5
- [38] GHANMI, A. (2004), *Modeling and analysis of a Canadian Forces Geomatics division workflow*, European Journal of Operational Research (2004) Article in Press, Corrected Proof
- [39] GHOSE, D.; SPEYER, J.L.; SHAMMA, J.S. (2002), *A Game Theoretical Multiple Resource Interaction Approach to Resource Allocation in an Air Campaign*, Annals of Operations Research 109, 15–40, 2002
- [40] GLAZEBROOK, K.; WASHBURN, A. (2004); *Shoot-Look-Shoot: A Review and Extension*, OPERATIONS RESEARCH Vol. 52, No. 3, May–June 2004, pp. 454–463
- [41] GOMES, C.F.S. (2002) *Otimização no atendimento de demanda de pessoal na Marinha do Brasil utilizando o Solver Frontline Systems Plus V.3.5 XXXIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL*, Rio de Janeiro/RJ, 2002.
- [42] GRIGGS, B.J.; PARNELL, G.S.; LEHMKUHL, L.J. (1997), *An air mission planning algorithm using decision analysis and mixed integer programming*, Operations Research. Linthicum: Sep/Oct 1997. Vol. 45, Iss. 5; pg. 662, 15 pgs
- [43] GROB, M.J.H.B. (2004), *Routing of platforms in a maritime surface surveillance operation*. European Journal of Operational Research xxx (2004) xxx–xxx
- [44] GUE, K.R. (2003), *A dynamic distribution model for combat logistics*, Computers & Operations Research 30 (2003) 367–381
- [45] GUE´RET, C.; JUSSIEN, N.; LHOMME, O.; PAVAGEAU, C.; PRINS, C. (2003), *Loading aircraft for military operations*, Journal of the Operational Research Society (2003) 54, 458–465
- [46] HALE, G.M.; JACKSON, J.A.; PARNELL G.S. (1997), *Assessing Communication Systems for Australian Defense Force*, Asia-Pacific Journal of Operations Research 14 (1997) 45-67;
- [47] HARTLEY III, D. S. (1992), *Military Operations Research: Presentations at ORSA/TIMS Meetings*, Operations Research, vol. 40, nº 4, July-August 1992
- [48] HAUSKEN, K.; MOXNES, J.F. (2002), *Stochastic conditional and unconditional warfare*, European Journal of Operational Research Volume 140, Issue 1, 1 July 2002, Pages 61-87
- [49] HOHZAKI, R.; IIDA, K. (2001), *Optimal ambushing search for a moving target*, European Journal of Operational Research Volume 133, Issue 1, 16 August 2001, Pages 120-129
- [50] HOHZAKI, R.; IIDA, K. (1997), *Optimal strategy of route and look for the path constrained search problem with reward criterion*, European Journal of Operational Research Volume 100, Issue 1, 1 July 1997, Pages 236-249
- [51] HOLDER, A. (2005), *Navy Personnel Planning and the Optimal Partition*, Operations Research. Linthicum: Jan/Feb 2005. Vol.53, Iss. 1; pg. 77
- [52] IACK, C.B.; COSTA, H.G. (2004), *Seleção de instrutores para escola militar: abordagem multicritério comparando os métodos Electre II e média ponderada*, VII Simpósio de Pesquisa Operacional e VIII Simpósio de Logística da Marinha - SPOLM 2004

- [53] JAISWAL, N. K.; SANGEETA, Y.; GAUR, S.C. (1995), *Stochastic analysis of Combate models under different termination decision rule*, European Journal of Operational Research Volume 83, Issue 3 , 22 June 1995, Pages 530-546
- [54] KIM, I.; HENDRY, L. C. (1998); *Using DEA to assess NATO burden-sharing*, The Journal of the Operational Research Society. Oxford: Mar 1998. Vol. 49, Iss. 3; pg. 228.
- [55] KIM, S.H.; AHN; B.S.; CHOI, S.H. (1997), *An efficient force planning system using multi-objective linear goal programming*, Computers & Operations Research Volume 24, Issue 6, June 1997, Pages 569-580
- [56] KLEIJNEN, J. P. C. (1995), *Statistical validation of simulation models*, European Journal of Operational Research Volume 87, Issue 1 , 16 November 1995, Pages 21-34
- [57] KRESS, M. (2001), *Efficient strategies for transporting mobile forces*, Journal of the Operational Research Society (2001) 52, 310±317
- [58] KRESS, M.; TALMOR, I. (1999), *A new look at the 3:1 rule of combat through Markov Stochastic Lanchester models*, Journal of the Operational Research Society (1999) 50, 733±744
- [59] LAMBERT, N.J. (2002); *Measuring the success of the NATO operation in Bosnia and Herzegovina 1995–2000*, European Journal of Operational Research 140 (2002) 459–481
- [60] LAMBERT, N.J. (2004), *Analysis and Evaluation of the Command and Control Concept of the NATO Immediate Reaction Task Force (Land)*, Journal of the Operational Research Society (2004) 55, 375–389
- [61] LAUREN, M.K. (2002), *Firepower concentration in cellular automaton combat models—an alternative to Lanchester*, Journal of the Operational Research Society (2002) 53, 672–679
- [62] LEENEER, I.; PASTIJN, H. (2002), *Selecting land mine detection strategies by means of outranking MCDM techniques*, European Journal of Operational Research Volume 139, Issue 2 , 1 June 2002, Pages 327-338
- [63] LEITÃO, M.A.L.S.; THOMAZ, J. P.C.F.; BANA E COSTA, C.A. (2002) *Modelo de avaliação de desempenho dos oficiais do Exército Português: a utilização de metodologias multicritério e decision conferencing*, XXXIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL , Rio de Janeiro/RJ, 2002.
- [64] LIAN, Z.; DESHMUKH, A.(2004); *Performance prediction of an unmanned airborne vehicle multi-agent system*, European Journal of Operational Research (2004) Article in Press, Corrected Proof
- [65] LIMA NETO, D.; ABDURAHIMAN, V. (2002), *Estudo sobre simulação em defesa através do uso de ambiente para jogos 2D*, XXXIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL , Rio de Janeiro/RJ, 2002.
- [66] MACHADO, A.O.; RAMOS, R.R.; FREITAS, A.L.P. (2003), *Uma abordagem multicritério no gerenciamento de decisões estratégicas: o caso do Projeto FX* , XXIII Encontro Nac. de Eng. de Produção - Ouro Preto/ MG, 2003.
- [67] MARCHI, M.M.; PINTO, M.J.; SANTOS, C.L.R.; MEDEIROS, F.L.L. (2004), *Métodos de otimização aplicados à distribuição de recursos*, VI Simpósio de Guerra Eletrônica - VI SIGE, 2004, São José dos Campos/SP,

- [68] MARQUES, M.J. S.; PIRES, F.J. (2003), *SINGRAR– A fuzzy distributed expert system to assist command and control activities in naval environment*, European Journal of Operational Research 145 (2003) 343–362
- [69] MCCULLOCH, C.E.; PAAL, B; ASHDOWN, S.P. (1998), *An optimisation approach to apparel sizing*, The Journal of the Operational Research Society. Oxford: May 1998. Vol. 49, Iss. 5; pg. 492, 8 pgs
- [70] MCNAUGHT, K.R. (1999); *The effects of splitting exponential stochastic Lanchester battles*, Journal of the Operational Research Society (1999) 50, 244±254
- [71] MOFFAT, J. (2000), *Representing the command and control process in simulation models of conflict*, Journal of the Operational Research Society (2000) 51, 431±439
- [72] MOFFAT, J.; WITTY, S. (2002), *Bayesian decision making and military command and control*, Journal of the Operational Research Society (2002) 53, 709–718.
- [73] MONTE-MOR, J.A.; ABDURAHIMAN, V. (2004), *Um framework para simulação da trajetória de veículos lançadores de satélites*. XXXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL – São João Del Rey/MG, 2004
- [74] MORAES, A.S.M.; LOPES, L.A.S (2003), *A utilização da simulação no gerenciamento de estoques de combustíveis: uma aplicação ao caso da Marinha do Brasil*, VI Simpósio de Pesquisa Operacional e VII Simpósio de Logística da Marinha - SPOLM 2003
- [75] MORGAN, L.O. ; MORTON, A.R.; DANIELS, R.L. (2004) , *Simultaneously determining the mix of space launch vehicles and the assignment of satellites to rockets*, European Journal of Operational Research (2004)Article in Press, Corrected Proof
- [76] MURTY, K.G.; DJANG, P.A. (1999), *The U.S. Army National Guard's mobile training simulators location and routing problem*, Operations Research. Linthicum: Mar/Apr 1999.Vol.47, Iss. 2; pg. 175
- [77] MURY, A.R. (2003), *Simulando a cadeia de suprimento através de um jogo logístico: um processo de treinamento*, VI Simpósio de Pesquisa Operacional e VII Simpósio de Logística da Marinha - SPOLM 2003
- [78] NEIGHBOUR, M.R.; BAILEY, P; HAWTHORN, M.; LENSING, C.; ROBSON, H.; SMITH, S.; ZIMMERMAN, B. (2002), *Providing operational analysis to a peace support operation: the Kosovo experience*, Journal of the Operational Research Society (2002) 53, 523–543
- [79] NG, K.Y.K; LAM, M.N.(1995), *Force deployment in a conventional theatre-level military engagement* , The Journal of the Operational Research Society. Oxford: Sep 1995. Vol. 46, Iss. 9; pg. 1063, 10 pgs
- [80] NG, K.Y.K.; LAM, M.N. (1999), *Sizing initial stockpiles in a conventional military retrograde movement*, Journal of the Operational Research Society (1999) 50, 1158±1167
- [81] ORMANA, A.J.; POTTS, C.N.; SHAHANIA, A.K.; MOORE, A.R.(1996), *Scheduling for a multifunction phased array radar system*, European Journal of Operational Research Volume 90, Issue 1 , 5 April 1996, Pages 13-25
- [82] PAES FILHO, J.C. (2002), *Simulação de Monte Carlo: uma opção para solução de problemas reais de guerra de minas navais* , XXXIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL , Rio de Janeiro/RJ, 2002.

- [83] PANTON, D.M.; ELBERS, A.W. (1999); *Mission Planning for Synthetic Aperture Radar Surveillance*, Interfaces archive Volume 29 , Issue 2 (February 1999) table of contents Pages: 73 - 88
- [84] PANTON, D.; JOHN, M.; LUCAS, S.; MASON, A. (2003), *Flight test data cycle map optimization*, European Journal of Operational Research Volume 146, Issue 3 , 1 May 2003, Pages 486-497
- [85] PARNELL, G.S.; CONLEY, H.W.; JACKSON, J.A.; LEHMKUHL, L.J.; ANDREW, J.M. (1998), *Foundations 2025: A Value Model for Evaluating Future Air and Space Forces*, Management Science Volume: 44. October 1998, Number: 10. Pgs: 1336-1350;
- [86] PASSOS A.C.; GOMES, L.F.A.M. (2002), *Avaliação multicritério de material de emprego militar*, XXXIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, Rio de Janeiro/RJ, 2002.
- [87] PEREIRA, I.C.M, PEDROSA, A.C.P. (2003), *Aplicações militares empregando redes móveis ad hoc*, VI Simpósio de Pesquisa Operacional e VII Simpósio de Logística da Marinha - SPOLM 2003
- [88] PERRY, W.L., MOFFAT, J. (1997a) *Measuring consensus in decision making: An application to maritime command and control*, The Journal of the Operational Research Society. Oxford: Apr 1997. Vol. 48, Iss. 4; pg. 383, 8 pgs;
- [89] PERRY, W.L.; MOFFAT, J. (1997b), *Measuring the effects of knowledge in military campaigns*, The Journal of the Operational Research Society. Oxford: Oct 1997. Vol. 48, Iss. 10; pg. 965, 8 pgs
- [90] PETTIT, L.I.; WIPER, M.P.; YOUNG, K.D.S.(2003), *Bayesian inference for some Lanchester Combate laws*, European Journal of Operational Research Volume 148, Issue 1 , 1 July 2003, Pages 152-165
- [91] REEVES, G.R; REID, R.C. (1999), *A military reserve manpower planning model*, Computers & Operations Research -Volume 26, Issue 12 , October 1999, Pages 1231-1242
- [92] ROCHA, N.C.S; MORETTI, A.R.; ARAÚJO, L.H.C.; OLIVEIRA, C.S. (2004), *Problema de deslocamento de viaturas militares pela rede ferroviária federal (uma abordagem em programação linear)*, XXXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL – São João Del Rey/MG, 2004
- [93] ROSENTHAL, R. E.; WALSH, W.J. (1996), *Optimizing flight operations for an aircraft carrier in transit*, Operations Research. Linthicum: Mar/Apr 1996. Vol.44, Iss. 2; pg. 305,
- [94] SANT'ANNA, A.P.; OLIVEIRA, C.A.(2002); *Complementando DEA com o cálculo probabilístico de produtividades globais na comparação de desempenhos em um segmento do setor público*, XXXIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, Rio de Janeiro/RJ, 2002.
- [95] SANTOS, C.L.R; BRITO JR., F.M.; HEINZELMANN, L.S. (2003a), *Otimização de cobertura radar via algoritmo genético*, VI Simpósio de Pesquisa Operacional e VII Simpósio de Logística da Marinha - SPOLM 2004
- [96] SANTOS; P.A.C; MELO, P.F.F.F, BELCHIOR, C.R.P. (2003b); *Avaliação estatística da gestão da manutenção e acompanhamento do grau de obsolescência de máquinas marítimas militares*, VII Simpósio de Pesquisa Operacional e VIII Simpósio de Logística da Marinha - SPOLM 2004

- [97] SASAQUI, C.; CRUZ, I.; PAIVA, K.; SANTOS, R.J.S.; SINAY, M.C.F. (2003), *A teoria de filas para avaliar o desempenho operacional de uma pista de pousos e decolagens de aeronaves*, VI Simpósio de Pesquisa Operacional e VII Simpósio de Logística da Marinha - SPOLM 2003
- [98] SAVELLI, R.M.; LYRIO, G.H.S.O; SEIXAS, R.B. (2004), *The maneuver and attrition warfare simulation system*,. VII Simpósio de Pesquisa Operacional e VIII Simpósio de Logística da Marinha - SPOLM 2004
- [99] SEIXAS, R.B.; SÁ, A.M.; LAURO, A. (2001), *Modelagem de ferramenta de apoio a decisão baseada em grafos*, IV Simpósio de Pesquisa Operacional e V Simpósio de Logística da Marinha - SPOLM 2001
- [100] SHTRICHMAN, O.; BEN-HAIM, R.; POLLATSCHEK, M.A. (2001), *Using Simulation to Increase Efficiency in an Army Recruitment Office*, INTERFACES 31: 4 July–August 2001 (pp. 61–70)
- [101] SILVA, C.A.; SEIXAS, R.B. (2004), *Arquitetura de um modelo de confronto baseado em agentes autônomos e dados geográficos*, VII Simpósio de Pesquisa Operacional e VIII Simpósio de Logística da Marinha - SPOLM 2004
- [102] SILVERMAN, J.; STEUER, R.E.; WHISMAN, A.W. (1988), *A multi-period, multiple criteria optimization system for manpower planning*, European Journal of Operational Research - Volume 34, Issue 2, March 1988, Pages 160-170
- [103] SIVAZLIAN, B. D.; RHEE, H.K. (1990), *Mission effectiveness analysis of an aircraft attacking passive targets*, European Journal of Operational Research Volume 44, Issue 1, 5 January 1990, Pages 47-59
- [104] SMITH, M.A.J; DEKKER, R.; KOS, J.; HONTELEZ, J.A.M. (2001), *The availability of unmanned air vehicles: a post-case stud*, Journal of the Operational Research Society (2001) 52, 161±168
- [105] SULLIVAN, T.J.; PERRY, W.L. (2004), *Identifying indicators of chemical, biological, radiological, and nuclear (CBRN) weapons development activity in sub-national terrorist groups*, Journal of the Operational Research Society (2004) 55, 361–374
- [106] TAVANA, M. (2003); *CROSS: A Multicriteria Group-Decision-Making Model for Evaluating and Prioritizing Advanced-Technology Projects at NASA*, Interfaces 2003 INFORMS Vol. 33, No. 3, May–June 2003, pp. 40–56
- [107] TAYLOR, B.; LANE, A. (2004), *Development of a novel family of military campaign simulation models*, Journal of the Operational Research Society (2004) 55, 333–339
- [108] VIEIRA, W.J.; PRATI, A. (1997) *Simulação Monte Carlo de combate aeronave-defesa antiaérea*. I SIMPÓSIO DE PESQUISA OPERACIONAL E II SIMPÓSIO DE LOGÍSTICA DA MARINHA (SPOLM-97), Rio de Janeiro, 1997.
- [109] VIEIRA, W.J.; PRATI, A. (1998) *Simulação Monte Carlo de combate entre múltiplas aeronaves e defesa antiaérea*. II SIMPÓSIO DE PESQUISA OPERACIONAL E III SIMPÓSIO DE LOGÍSTICA DA MARINHA (SPOLM-98), Rio de Janeiro, 1998
- [110] VIEIRA, W. J.; PRATI, A. (1999), *Simulação Monte Carlo do combate entre míssil e aeronave*. III SIMPÓSIO DE PESQUISA OPERACIONAL E IV SIMPÓSIO DE LOGÍSTICA DA MARINHA (SPOLM-99), Rio de Janeiro, 1999.
- [111] VIEIRA, W.J.; PRATI, A.; DESTRO, J.P.D. (2004a), *Avaliação de modelos de combate entre míssil e aeronave*. VII Simpósio de Pesquisa Operacional e VIII Simpósio de Logística da Marinha - SPOLM 2004

- [112] VIEIRA, W.J.; PRATI, A.; DESTRO, J.P.D. (2004b), *Simulação monte carlo de mísseis antiaéreos*. VI Simpósio de Guerra Eletrônica-VI SIGE, 2004, São José dos Campos.
- [113] WALMSLEY, N.S.; HEARN, P. (2004), *Balance of investment in armoured Combat support vehicles: an application of mixed integer programming*, Journal of the Operational Research Society (2004) 55, 403–412
- [114] YAMANI, A.; HODGSON, T.J.; MARTIN-VEGA, L.A. (1990), *Single aircraft mid-air refueling using spherical distances*, Operations Research. Linthicum: Sep/Oct 1990. Vol.38, Iss. 5; pg. 792
- [115] YUAN, Y.; MEHREZ, A. (1995), *Refueling strategies to maximize the operational range of a nonidentical vehicle fleet*, European Journal of Operational Research Volume 83, Issue 1, 18 May 1995, Pages 167-181