

## **PESQUISA OPERACIONAL NA MARINHA DO BRASIL: O CASNAV, SEU PASSADO, PRESENTE E PERSPECTIVAS.**

**Leonardo Antonio Monteiro Pessôa**

Centro de Análises de Sistemas Navais

Praça Barão de Ladário s/n, Ilha das Cobras - Rio de Janeiro - RJ

lampessoa@terra.com.br

**Leandro da Silva Teixeira**

Centro de Análises de Sistemas Navais

Praça Barão de Ladário s/n, Ilha das Cobras - Rio de Janeiro - RJ

l.s.teixeira@hotmail.com

**Maurício José Machado Guedes**

Centro de Análises de Sistemas Navais

Praça Barão de Ladário s/n, Ilha das Cobras - Rio de Janeiro - RJ

mauricio532@hotmail.com

**Ernesto Rademaker Martins**

Centro de Análises de Sistemas Navais

Praça Barão de Ladário s/n, Ilha das Cobras - Rio de Janeiro - RJ

rademaker@casnav.mar.mil.br

**Antonio José Neves de Souza**

Escola de Guerra Naval

Avenida Pasteur n 480, Urca - Rio de Janeiro - RJ

antoniojosenevesdesouza@gmail.com

### **RESUMO**

Este artigo tem como propósito apresentar como a Pesquisa Operacional tem sido utilizada na Marinha do Brasil, mostrando sua relação com o Centro de Análises de Sistemas Navais (CASNAV). Destacam-se as contribuições do CASNAV relacionadas à Pesquisa Operacional nos seus mais de 40 anos. Também são discutidas potencialidades dos problemas navais para desenvolvimentos acadêmicos, área necessária mas pouco explorada no Brasil. Para ilustrar este aspecto, utilizamos o campo de guerra anti-submarino como domínio indicando a diversidade de técnicas utilizadas na literatura em outros países. Finalmente, são apresentados os recentes esforços para maior integração entre a Marinha do Brasil e a academia, no tocante à Pesquisa Operacional.

**PALAVRAS CHAVE.** Pesquisa Operacional, Marinha do Brasil, CASNAV.

**Paper topics OA**

### **ABSTRACT**

This paper discusses how the activities of the Brazilian Navy Naval Systems Analysis Centre (CASNAV), in the field of the Operations Research, have an historical significance, throughout more than 40 years. Main contributions related to OR are presented. Moreover the paper describes the potential of naval problems to academic developments, a field which is little explored

in Brazil. In order to illustrate this we use the Anti-Submarine Warfare (ASW) domain as an example, showing different OR techniques applied in literature. Finally, we discuss the recent efforts carried out for a closer relationship between Brazilian Navy and University, regarding Operations Research.

**KEYWORDS.** Operations Research. Brazilian Navy. CASNAV.

**Paper topics OA**

## 1. Introdução

A Pesquisa Operacional (PO), campo autônomo da ciência, segundo a Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional [2015], tem seu foco voltado para a resolução de problemas reais, e tem sua origem no campo militar. Desta forma não é surpresa o interesse de suas técnicas para aplicações tanto no campo tático quanto estratégico.

Notamos, entretanto, que a produção acadêmica nacional voltada para problemas militares, sobretudo os navais, não tem tido muita expressividade, ou divulgação, no campo da Pesquisa Operacional, para atender as potencialidades de utilização na Marinha do Brasil (MB).

Este artigo tem por objetivo mostrar a importância das técnicas de PO para a Marinha do Brasil, e argumentar a conveniência de maior articulação entre a academia e o Centro de Análises de Sistemas Navais (CASNAV) para maior desenvolvimento deste campo.

De modo a conferir uma estrutura metodológica, na seção seguinte faz-se um breve histórico da Pesquisa Operacional (PO) na MB, apresentando sua relação com o CASNAV. São mencionados exemplos reais da aplicação da PO para a Marinha do Brasil, bem como contribuições de seus integrantes.

Na seção 3 traçamos potencialidades para desenvolvimentos acadêmicos voltados para a tática, utilizando como exemplo desenvolvimentos ostensivos de outros países, na área de guerra antissubmarino (A/S). Na seção 4 traçamos considerações quanto aos esforços empreendidos para maior integração entre o CASNAV e o meio acadêmico, encerrando com uma breve conclusão.

## 2. O CASNAV e a PO na MB

A PO na Marinha do Brasil tem origem com a criação do Centro de Análises de Sistemas Navais (CASNAV). A história do CASNAV tem início a partir da aquisição das fragatas classe "Niterói", na década de 70, quando a Marinha do Brasil teve a necessidade de aprimorar seus conhecimentos técnicos, de modo a permitir o correto emprego de navios com recursos tecnológicos avançados.

Para alcançar este objetivo, um grupo de oficiais foi enviado para Naval Postgraduate School (NPS), para adquirir conhecimentos sobre Operations Analysis (Avaliação Operacional) de meios operativos.

Posteriormente foi criado o CASNAV tendo como finalidade: "o controle e execução das atividades de pesquisa operacional em todos os escalões da Marinha" Brasil [1977].

Em 1985 o CASNAV tornou-se subordinado ao Comando de Operações Navais Brasil [1985]. Em 1993 foi reconhecido como órgão da área de Ciência e Tecnologia da Administração Pública Federal Direta Brasil [1993].

Originalmente subordinado ao Estado Maior da Armada, o CASNAV em 2008 passou à subordinação da Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha (SecCTM).

Grande parte dos desenvolvimentos do CASNAV em Pesquisa Operacional não é conhecido da comunidade científica em virtude da sua aplicação direta. Pois a maior parte das atividades de PO no CASNAV está relacionada a Avaliação Operacional (AO) de meios da MB.

Esta atividade, inserida no escopo de *Operation Analysis*, relaciona-se ao desenvolvimento e gerenciamento de capacidades do meio, auxiliando ao tomador de decisão para o melhor emprego tático, e utilizando seus dados de operação real.

A AO é a atividade de criar indicadores de desempenho, de um determinado meio (aeronave, navio, submarino), que quantifiquem a capacidade deste meio cumprir sua missão. Após essa quantificação, técnicas de otimização e simulação são usadas para determinar o emprego ótimo do meio.

Ao lado disto, exercícios operativos são criados como um instrumento objetivo para manter, conforme os padrões obtidos na AO, o desempenho do meio ao longo de sua vida útil.

O processo de substituição do meio se inicia quando o setor logístico começar a encontrar dificuldades (financeiras ou de material) para manter o desempenho do meio ou quando o setor operativo julgar que aquele desempenho começa a não atender mais às demandas.

As Avaliações Operacionais realizadas no CASNAV contemplam meios navais, aeronavais e de fuzileiros navais, entre os quais podem ser citados, entre outros:

- Fragatas da Classe Niterói;
- Navios Varredores da Classe Aratu;
- Corvetas da Classe Inhaúma;
- Submarino da Classe Tupi;
- Sonar do Submarino Tonelero;
- Radar da aeronave SH-3A;
- Sonar da aeronave SH-3B;
- Navio Tanque Gastão Mota;
- Míssil ar-superfície Sea Skua do Linx;
- Míssil ar-superfície Exocet AM39;
- Míssil superfície-superfície Exocet MM40;
- Navegador Tático, MAGE e radar Sea-Spray do Helicóptero Super Lynx;
- Mage Mir II;
- Radar Sea Spray;
- Fragatas da Classe Niterói modernizadas; e
- Corveta Barroso.

Menciona-se especialmente a metodologia adaptada pelo CASNAV para a realização de Avaliações Operacionais na Marinha do Brasil, fundamentada em *Capability Based Planning*, a qual pode ter aplicação interessante no gerenciamento estratégico de empresas, e organizações administrativas, e sobretudo no desenvolvimento de indicadores.

Além das AO, utiliza-se a Pesquisa Operacional no desenvolvimento de procedimentos operativos táticos e no desenvolvimento de Sistemas de Apoio à Decisão (SAD), utilizados em operações reais da MB, inclusive em missões internacionais.

Entre os SAD desenvolvidos pelo CASNAV podem ser citados: o SAD de Controle de Área Marítima, voltado para meios aéreos e de superfície; e de Negação do Uso do Mar para meios submarinos. Estes SAD usam técnicas de simulação e otimização, com o objetivo de se obter o mínimo número de meios necessários para se controlar ou negar uma área de determinada dimensão ou obter a máxima extensão da área que é possível controlar ou negar com os meios disponíveis.

Nota-se portanto que, apesar de muito trabalho ter sido executado pelo CASNAV, sua produção acadêmica não se relaciona aos modelos desenvolvidos internamente.

Diferente da Força Aérea Brasileira (FAB) e do Exército Brasileiro, a MB não possui centro próprio para a formação de seus pesquisadores, tais como o Instituto Tecnológico Aeroespacial (ITA) e o Instituto Militar de Engenharia (IME).

Desta forma, por meio de seleção interna, a MB tem a possibilidade de capacitar oficiais, que já possuam considerável experiência na Marinha, para pesquisa em PO nas universidades no Brasil e no Exterior.

Destaca-se especialmente o relacionamento com a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), com a Universidade Federal Fluminense (UFF), os quais foram responsáveis pela formação da maior parte dos pesquisadores em PO na MB atualmente em atividade.

Isto permite um desenvolvimento flexível de aquisição de técnica, mas dificulta maior direcionamento da pesquisa para o aprimoramento das atividades do CASNAV. Pois não se tem consolidadas linhas de pesquisa voltadas para a aplicação militar naval de PO na academia, e até bem pouco tempo, o corpo técnico do CASNAV não possuía doutores em PO em quantidade suficiente para auxílio na coorientação e também para propor desenvolvimento de projetos conjuntos.

Se há pouca expressão acadêmica das atividades do CASNAV em razão de sigilo, seus integrantes (civis e militares) quando nos cursos, ou utilizando parcialmente seus tempos de lazer, tem contribuído de uma maneira consistente e adequada. Levanta-se a seguir a produção dos últimos oito anos, relacionadas a Pesquisa Operacional.

No campo de modelagem matemática e estatística podem ser citados os trabalhos de Cardoso et al. [2009a,b,c,d,e,f] os quais aplicaram estas técnicas para telecomunicações. E, especialmente, Collazo e Smith [2015] e Collazo e Smith [2016]. Este último selecionado para apresentação no parlamento do Reino Unido.

Em Análise Multicritério à Decisão, destacam-se os trabalhos de: Torres e Gomes [2008], Torres et al. [2009], Vieira [2011], Pessôa et al. [2013] e Cosenza et al. [2015].

Em grafos cita-se a contribuição de Teixeira et al. [2010]. No campo de simulação exemplos são encontrados em Pessôa et al. [2009a], Collazo et al. [2009], Guedes e Kischinhevsky [2009], Guedes et al. [2012], Guedes [2013a], Guedes [2013b], Taranti et al. [2010], Taranti et al. [2011b], Taranti et al. [2011a], Taranti et al. [2012], Oliveira et al. [2010], dos Santos e Martins [2013a], dos Santos e Martins [2013b], dos Santos et al. [2013], Valença [2010] e Pessôa et al. [2015b], e em otimização podem ser mencionados Pessôa et al. [2009b], Pessôa et al. [2015a], Pessôa et al. [2015b], e tratando-se de heurísticas observa-se Cardial et al. [2015]

Pretendemos assim mostrar que os integrantes do CASNAV tem apresentado publicações relacionadas a diversos campos de PO. Nota-se, entretanto, que esta produção é realizada, em sua maioria, utilizando-se de tempos de lazer ou quando dedicados aos cursos, uma vez que a maioria dos objetos de estudo não são normalmente os desempenhados no CASNAV.

Outro aspecto que contribui para a reduzida produção de publicações no campo militar naval diz respeito à reduzida oferta de fóruns para divulgação. Assim sendo, dada a importância do tema concernente ao país, este artigo também é um convite para a academia a um debate mais amplo sobre o assunto.

De modo a apresentar como o o campo naval pode ser explorado de diversas maneiras e sob as mais variadas técnicas, apresentamos desenvolvimentos publicados para o ambiente de guerra antissubmarino.

### 3. Aplicação naval de técnicas de PO

Neste trabalho apresenta-se como exemplo o ambiente de guerra antissubmarino (A/S), pois o este é considerado, segundo Brasil [2013], uma componente importante para o desenvolvimento da Marinha do Brasil na Estratégia Nacional de Defesa. Define-se Operação Antissubmarino (A/S), segundo Estado Maior da Armada [2014], aquela que busca negar ao inimigo o uso eficaz desses meios.

Não obstante, esta escolha, representar uma área importante de interesse da Marinha e do País, é apenas um pequeno indicativo de como técnicas de PO podem ser utilizadas, servindo de interesse acadêmico.

A abordagem científica no tocante a guerra A/S contempla aspectos qualitativos e quantitativos. Ambos têm tratamento em Pesquisa Operacional. Entretanto, consideramos interesse diretamente relacionado ao deste trabalho, o tratamento quantitativo para o estudo de aspectos relacionados na guerra A/S.

Pouco é encontrado na literatura sobre estudos brasileiros realizados na academia voltados a guerra A/S, entretanto em Bádue [1995], há menção de estudo voltado a guerra anti-submarino realizados em Universidade Pública no Brasil, mas não encontramos maiores detalhes.

Apesar de não ser o escopo deste trabalho apresentar uma revisão bibliográfica completa sobre o tema, cabe ressaltar que há uma diversidade considerável dos métodos empregados por outros países, ao abordar diversas facetas deste problema.

Este remonta a literatura pelo menos a partir de Hayes [1942], ou seja durante a segunda guerra mundial. À luz da constatação da prevalência dos U-boats alemães e da constatação da falha da estratégia aliada para contrapô-los, são discutidos aspectos para reversão desta situação, visando constituir-se um auxílio à decisão respaldado matematicamente.

Em Koopman [1946] tem-se uma consolidação dos ensinamentos da Segunda Guerra Mundial, utilizando tratamento estatístico e analítico. São apresentados limites matemáticos da região de aproximação ente alvo e observador, modelos de detecção, e distribuições para esforço de busca. Também apresenta-se o Operations Evaluation Group que, dentro da *US Navy*, realizava: avaliação de equipamentos militares; avaliação de fases de operações; avaliação e análise de problemas táticos; desenvolvimento de novas doutrinas táticas; e a ligação das esquadras com laboratórios navais e extra-navais.

Kinland e Kotchka [1967], abordaram o tratamento de alocação de forças para comboios oceânicos em ambiente ASW utilizando teoria dos jogos, utilizando jogos de duas pessoas com fórmula de *pay-off* baseada na função de *random search*.

Leal et al. [1978] comprova o interesse no tocante a sistemas e desenvolvimento de auxílio à decisão voltado para a guerra A/S, aumentando a efetividade de meio aéreo em contraposição à submarino. Em Mann (2004) mostra ainda presente o interesse em auxílio à decisão computacional voltado à guerra A/S, construindo um software baseado em filtros de Kalman, para a reaquisição de contatos submarinos.

Quanto ao campo de otimização Son [2007] compara três diferentes abordagens para obtenção de parâmetros ótimos de ajustamento para busca em espiral de uma aeronave de patrulha marítima em Guerra A/S. Conceitos de otimização para guerra A/S também são encontrados em Thomas [2008] e Scherer [2009].

Quanto à heurística de algoritmos genéticos, vemos uma aplicação realizada para um simulador de guerra anti-submarino encontrada em Timmerman [1994]. Simulação também foi empregada em Bakos [1995], neste caso, para discutir táticas de aproximação do submarino para ataque.

Esta diversidade metodológica ilustra como o problema envolve campos de conhecimento distintos, a multiplicidade de resultados dependentes do objetivo do trabalho, e também o interesse acadêmico do assunto.

Cabe-se ressaltar que todas estas referências, encontram-se disponíveis ostensivamente para consulta, demonstrando a viabilidade de desenvolvimento, e publicações acadêmicas voltadas para o tema.

#### 4. Desenvolvimentos Recentes

A necessidade de reduzir a distância entre a MB e a academia tem sido evidenciada, assim como as ações para efetuar esta aproximação. Como indicativos importantes mencionam-se a implantação dos Escritórios de Ciência, Tecnologia e Inovação, presentes na UFRJ e na UFF, os quais são responsáveis por identificar atividades de pesquisa e estudos de interesse da MB com a inserção de pesquisadores acadêmicos nos projetos da Marinha, e os diversos acordos de cooperação firmados no âmbito da SecCTM Secretaria de Ciência Tecnologia e Inovação da Marinha [2016], entre os quais:

- Centro de Pesquisa e Desenvolvimento (CPqD);

- Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RIO);
- Universidade Católica de Santos (Unisantos);
- Universidade de Santa Cecília (Unisanta);
- Universidade Federal de Santa Maria (UFSM);
- Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS);
- Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS);
- Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS);
- Fundação Universidade Federal do Rio Grande (FURG);
- Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO);
- Instituto Nacional de Tecnologia (INT); e
- Fundação Conrado Wessel (FCW)

Adicionalmente, de modo mais focado ao campo da Pesquisa Operacional, o CASNAV tem aumentado a qualificação de seu pessoal, contando hoje com 4 doutores (com mais 4 doutoramentos em andamento) e 15 mestres em PO, o que possibilita maior interação com a comunidade acadêmica.

No contexto do CASNAV, temos como exemplo em andamento de desenvolvimento conjunto, o projeto de desenvolvimento de metodologia para Envelope de Pouso de Aeronaves de Asas rotativas, parceria com a Universidade de São Paulo (USP).

Assim sendo expande-se o campo de possibilidades, as quais podem incluir novos projetos e ,futuramente, até o desenvolvimento de linhas de pesquisa conjuntas, com co-orientações para algumas das potencialidades apresentadas na seção 3.

## **5. Considerações Finais**

Neste artigo apresentamos o Histórico do CASNAV e sua relação com a Pesquisa Operacional na Marinha do Brasil. Apresentamos uma amostra dos seus desenvolvimentos relacionados a Pesquisa Operacional, e discutimos a ausência de publicações acadêmicas diretamente relacionadas a aplicação militar naval.

Também, os tradicionais fóruns de divulgação científica de PO não vislumbram os problemas navais como seus principais tópicos de interesse. Todavia argumenta-se que propósito final de desenvolvimento científico do país tem na defesa aspecto fundamental.

As necessidades do país, expressas na Estratégia Nacional de Defesa, consistem um vasto campo de problemas a serem abordados pela academia, com grande potencial para desenvolvimentos metodológicos, e de aplicação para a Pesquisa Operacional, os quais podem resultar em desenvolvimentos conjuntos da MB e da academia.

Discutiu-se também a aproximação iniciada nos últimos tempos, com a realização de convênios, acordos, e com a implantação dos escritórios na UFF e na UFRJ. Adiciona-se a estas iniciativas a possibilidade de construção de projetos com dual civil, como o projeto de envelope de pouso, desenvolvido em conjunto com a USP, e a perspectiva de extensão da metodologia de Avaliação Operacional, adaptando-a para gestão estratégica e construção de indicadores de desempenho.

Lógico que se faz necessária a conexão entre a experiência naval e as técnicas de estado-da-arte de PO, desenvolvidas nas universidades, para a construção de modelos úteis para a MB e para o país. Tal conexão torna-se mais próxima graças a maior capacitação dos pesquisadores do CASNAV, possibilitando uma cooperação de maior profundidade e abrangência.



## Referências

- Bádue, G. S. (1995). A Matemática Aplicada no Brasil : O caso da USP ( 1946 a 1970 ). In *XXVIII Simpósio Nacional de História*, p. 1–13, Florianópolis, SC.
- Bakos, G. K. (1995). Submarine Approach and Attack Tactics - Simulation and Analysis. Master's thesis, Naval Postgraduate School.
- Brasil (1977). Decreto n. 80.600.
- Brasil (1985). Decreto n. 91.203.
- Brasil (1993). Lei n 8.691.
- Brasil (2013). Estratégia Nacional de Defesa.
- Cardial, I., Pereira, D. M., Francisco, N., e Ebecken, F. (2015). A Simulation Model and a Hybrid Genetic Algorithm for Energy-Aware MANET Routing and Planning. *International Journal of Computers Applications*, 124(11):42–50.
- Cardoso, D. F., Backx, F. D., e Neto, R. S. (2009a). Análise Estatística do Erro Médio Quadrático Aplicada na Estimação de Parâmetros de Multipercurso em Redes sem Fio. In *XII Simpósio de Pesquisa Operacional e Logística da Marinha*.
- Cardoso, D. F., Backx, F. D., e Neto, R. S. (2009b). Estimção de Canal Melhorada Baseada em Projecao em Subespaço para Sistemas MC-CDMA. In *XXVII Simpósio Brasileiro de Telecomunicações - SBT 2009*.
- Cardoso, D. F., Backx, F. D., e Neto, R. S. (2009c). Improved Pilot-Aided Channel Estimation in Zero Padded MC-CDMA Systems. In *4th International Symposium on Wireless Pervasive Computing, 2009. ISWPC 2009.*, p. 1–5.
- Cardoso, D. F., Backx, F. D., e Neto, R. S. (2009d). On correlation matching approaches to blind multipath parameter estimation in MC-DS-CDMA ZP systems. In *Radio and Wireless Symposium, 2009. RWS '09. IEEE*, p. 429–432.
- Cardoso, D. F., Backx, F. D., e Neto, R. S. (2009e). Performance of multicarrier CDMA systems with improved pilot-aided channel estimation. In *Sixth International Conference on Wireless On-Demand Network Systems and Services, 2009. WONS 2009.*, p. 78–82.
- Cardoso, D. F., Backx, F. D., e Neto, R. S. (2009f). Sistemas de telecomunicações MC DS CDMA com estimção cega de canal baseada no método de subespaço e na técnica de potência. *Pesquisa Naval*, 22:66–74.
- Collazo, R. a. e Smith, J. Q. (2015). A New Family of Non-Local Priors for Chain Event Graph Model Selection. *Bayesian Analysis*, p. 1–37. ISSN 1936-0975. URL <http://projecteuclid.org/euclid.ba/1448852254>.
- Collazo, R. A., de Oliveira, M. J. F., Pessôa, L. A. M., e Garcia, L. C. (2009). Simulação orientada ao cliente: Distribuição de Medicamentos do Hospital Naval Marcílio Dias. In *Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, p. 1490–1502.
- Collazo, R. A. e Smith, J. Q. (2016). Using Chain Event Graphs to Understand Radicalisation Processes within a Prison Population.



- Cosenza, C. A. N., Doria, F. A., e Pessôa, L. A. M. (2015). Hierarchy Models for the Organization of Economic Spaces. *Procedia Computer Science*, 55:82–91. ISSN 18770509. URL <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1877050915014854>.
- dos Santos, M. e Martins, E. R. (2013a). Implementação de uma Central de Operações e Controle no estudo da demanda pré-hospitalar de emergência em eventos de grande porte. In *XVI Simpósio de Pesquisa Operacional e Logística da Marinha*.
- dos Santos, M. e Martins, E. R. (2013b). Simulação de um modelo integrado de admissão pré-hospitalar de emergência nos hospitais municipais do Rio de Janeiro. In *XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, Salvador.
- dos Santos, M., Martins, E. R., e Nascimento, L. F. (2013). Análise do impacto da variação da demanda pré-hospitalar de emergência em eventos de grande porte no município do Rio de Janeiro. In *XX SIMPEP*, Bauru.
- Estado Maior da Armada (2014). Doutrina Básica da Marinha.
- Guedes, M. J. M. (2013a). A study on the air flow over a ship flight deck. In *39o European Rotorcraft Forum, ERF*.
- Guedes, M. J. M. (2013b). O uso da Simulação no planejamento da Avaliação Operacional de meios da Marinha do Brasil. In *2o Workshop de Tecnologia de Região Fronteira Oeste, WTRFO*.
- Guedes, M. J. M. e Kischinhevsky, M. (2009). O uso da simulação na avaliação operacional da defesa antiaérea de um navio de guerra. In *XLI Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, p. 2393–2404.
- Guedes, M. J. M., Vieira, M. A. d. C., Martins, E. R., e Moraes, L. (2012). Brazilian Navy Air Wake Program. In *AIAA Modeling and Simulation Technologies Conference*.
- Hayes, H. (1942). The A-B-C's of Anti-Submarine Warfare. Technical report, Naval Research Laboratory, Washington, D.C.
- Kinland, I. n. J. e Kotchka, J. A. (1967). A game theoretic analysis of the Convoy-ASW problem. Master's thesis.
- Koopman, B. (1946). Search and screening. Technical Report 56, Operations Evaluation Group, Washington, D.C. URL <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Search+and+Screening\#0>.
- Leal, A., Chen, K. K., Gardiner, P. C., e Freedy, A. (1978). Studies and Application of Adaptive Decision Aiding in Anti-submarine warfare. Technical report, Office of Naval Research.
- Oliveira, M. J. F. D., Collazo, R. A., Pessôa, L. A. M., Garcia, L. C., e Elias, S. M. E. (2010). Multiple views of the medicine distribution in a pharmacy of a Navy Hospital. p. 1–11.
- Pessôa, L., Oliveira, M. D., Collazo, R., e Garcia, L. (2009a). Simulação do processo de entrega de medicamentos na farmácia de um hospital público sob a ótica do atendimento. In *XLI SBPO*, p. 1503–1513. URL [http://sobrapo.org.br/simposios/XLI-2009/XLI\\\_SBPO\\\_2009\\\_artigos/artigos/55627.pdf](http://sobrapo.org.br/simposios/XLI-2009/XLI\_SBPO\_2009\_artigos/artigos/55627.pdf).
- Pessôa, L. A. M., Bonnet, R. A., Moreira, L. F., Insfrán, D., Lins, M. P. E., e Valle, R. d. A. a. B. (2013). Proposta de Auxílio multicritério para ordenação de prioridades de uma ONG. In *XLV Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*.

- Pessôa, L. A. M., Collazo, R. A., Lins, M. P. E., Bahiense, L., e de Arruda, E. F. (2015a). Dynamic programming applied to an oceanographic campaign planning. *Revista Brasileira de Cartografia*, 67(5):975–981.
- Pessôa, L. A. M., Lins, M. P. E., da Silva, A. C. M., e Fiszman, R. (2015b). Integrating Soft and Hard Operational Research to Improve Surgical Centre Management at a University Hospital. *European Journal of Operational Research*. ISSN 03772217. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221715002799>.
- Pessôa, L. A. M., Lins, M. P. E., e Torres, N. T. (2009b). Problema da dieta : uma aplicação prática para o Navio Hidroceanoográfico Taurus . In *Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, p. 1460–1471.
- Scherer, S. D. (2009). Game-Theoretic Anti-Submarine Warfare Mission Planner (Heuristic-Based, Fully Excel Capable). Master's thesis, Naval Postgraduate School.
- Secretaria de Ciência Tecnologia e Inovação da Marinha (2016). Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha.
- Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional (2015). O que é PO. URL [http://www.sobrapo.org.br/o\\_que\\_e\\_po.php](http://www.sobrapo.org.br/o_que_e_po.php).
- Son, B. (2007). Track Spacing for An Archimedes Spiral Search by a Maritime Patrol Aircraft (MPA) in Anti-Submarine Warfare (ASW) Operations. Master's thesis. URL <http://oai.dtic.mil/oai/oai?verb=getRecord&metadataPrefix=html&identifier=ADA475909>.
- Taranti, P.-G., Breitman, K. K., de Lucena, C. J. P., e Choren, R. (2010). An approach to reduce the gap between conceptual and execution models in agent-directed simulations. *Proceedings of the 2010 Spring Simulation Multiconference on - SpringSim '10*, p. 1. URL <http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=1878537.1878542>.
- Taranti, P.-G., Choren, R., e Lucena, C. J. P. (2011a). An Architecture to tame simulation time tardiness in ADS. In: Agent-Directed Simulation. In *Spring Simulation Multiconference*, p. 37–44.
- Taranti, P.-G., Choren, R., e Lucena, C. J. P. (2011b). MABS com Turnos Centrados em Agentes e Implementadas em Java: controlando atrasos em relação ao tempo de simulação. In *II Workshop sobre Sistemas de Software Autônomos (AutoSoft 2011) no CBSoft 2011*.
- Taranti, P.-G., Choren, R., e Lucena, C. J. P. (2012). A Quantitative Study about Tardiness in Java-based Multi-agent Systems. In *Apoiando desenvolvimento de Simulações de Ambientes Virtuais com MABS implementadas em Java*, p. III Workshop sobre Sistemas de Software Autônomos, Natal.
- Teixeira, L. d. S., de Abreu, N. M. M., e Lima, L. d. S. (2010). Grafos que modelam redes confiáveis, com conectividade de arestas igual a dois. In *XLII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, Bento Gonçalves.
- Thomas, A. J. (2008). Tri-level optimization for anti-submarine warfare mission planning. Master's thesis. URL <http://oai.dtic.mil/oai/oai?verb=getRecord&metadataPrefix=html&identifier=ADA488902>.
- Timmerman, M. J. (1994). A genetic Algorithm based anti submarine warfare simulator. Master's thesis, Naval Postgraduate School.

- Torres, N. T., Espenchitt, D. G., e Lins, M. P. E. (2009). Análise multicritério para inexigibilidade de licitação pública. In *Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, Salvador.
- Torres, N. T. e Gomes, C. F. (2008). Metodologia Integrada para a tomada de decisão com uso do apoio multicritério e a Análise Envoltória de Dados (DEA). In *XL Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, p. 239–250.
- Valença, A. P. (2010). Simulação do fluxo de produtos utilizados na manufatura de vavinas na Bio-Manguinhos. In *XLII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, p. 2644–2655.
- Vieira, M. A. d. C. (2011). The Brazilian Navy Contact Prize: A Proposal with Electre-tri Multi-Criteria Decision Making Method. In *Institute for Operations Research and the Management Sciences (INFORMS)*, Charlotte.