



## Índice

<b>Apresentação.....</b>	<b>2</b>
<b>Programação Geral do XX SIGE.....</b>	<b>8</b>
<b>Palestrantes Convidados.....</b>	<b>11</b>
<b>Sessão Técnica I.....</b>	<b>15</b>
<b>Sessão Técnica II.....</b>	<b>17</b>
<b>Sessão Técnica III.....</b>	<b>19</b>
<b>Sessão Técnica IV.....</b>	<b>21</b>
<b>Sessão Técnica V.....</b>	<b>23</b>
<b>Sessão Técnica VI.....</b>	<b>25</b>
<b>Sessão Técnica VII.....</b>	<b>27</b>
<b>Sessão Técnica VIII.....</b>	<b>29</b>
<b>Sessão Técnica IX.....</b>	<b>31</b>
<b>Sessão Técnica X.....</b>	<b>33</b>
<b>Sessão Técnica XI.....</b>	<b>35</b>
<b>Sessão Técnica XII.....</b>	<b>37</b>
<b>Sessão de Pôsteres.....</b>	<b>39</b>

## **SIMPÓSIO DE APLICAÇÕES OPERACIONAIS EM ÁREAS DE DEFESA (SIGE)**

O Simpósio de Aplicações Operacionais em Áreas de Defesa (SIGE) é promovido como parte das atividades de ensino e pesquisa em aplicações operacionais no Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), dentre as quais se destacam o Programa de Pós-graduação em Aplicações Operacionais (PPGAO), o Curso de Especialização em Análise de Ambiente Eletromagnético (CEAAE), o Laboratório de Comando e Controle e Defesa Cibernética do ITA (LAB-C2-DC) e o Laboratório de Guerra Eletrônica do ITA (LAB-GE). O SIGE é um evento acadêmico de abrangência internacional que está na sua vigésima edição, cujo objetivo é criar um ambiente adequado à troca de experiências entre os setores acadêmico e industrial da sociedade civil e militar e o setor operacional das Forças Armadas, em temas de ensino, pesquisa e desenvolvimento no âmbito da Política Nacional de Defesa (PND) e da concepção estratégica de CT&I da Defesa, em consonância com orientações do Estado-Maior da Aeronáutica (EMAER) e do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA).

A sigla SIGE advém de razões históricas ligadas às primeiras edições do simpósio, que tinha menor abrangência e foco principal em Guerra Eletrônica. Com a criação do PPGAO em 2001, o SIGE expandiu seu escopo para incluir as demais áreas do programa, passando a contemplar, também, as áreas de Comando e Controle, Análise Operacional e Sistemas de Armas. Nesta ocasião, foi adotado o nome de Simpósio de Aplicações Operacionais em Áreas de Defesa. Entretanto, a sigla SIGE foi mantida com o objetivo de preservar o termo já consagrado nos setores operacionais das Forças Armadas, na indústria e na comunidade científica.

Este é um ano comemorativo para o SIGE, em que celebramos a vigésima edição ininterrupta do Simpósio. Escolhemos um tema de discussão que remete um pouco às origens do SIGE. Nesse sentido, nosso Painel de Debate discutirá sobre a temática de ensino e pesquisa em áreas de Defesa com foco

em Aplicações Operacionais, com integrantes do ITA, do DCTA, do EMAER, do Ministério da Defesa (MD) e do Comando de Preparo (COMPREP). Contamos ainda com a valiosa exposição de 36 artigos científicos completos distribuídos em 12 sessões técnicas de apresentações orais e 25 trabalhos com apresentação em pôster, de autoria de integrantes de universidades, institutos de pesquisa e indústrias de Defesa nacionais e internacionais. Os artigos aceitos foram selecionados entre 100 trabalhos submetidos, julgados por um corpo de revisores composto por integrantes do setor acadêmico e operacional, que levaram em conta aspectos de relevância acadêmico-científica, contribuição tecnológica e aplicabilidade no setor de Defesa.

O XX SIGE conta também com a importante contribuição de quatro palestrantes convidados, integrantes de renomadas instituições de ensino e pesquisa, indústrias e órgãos governamentais. Unidos pelo mesmo objetivo de elevar o nível das atividades de ensino, pesquisa e desenvolvimento em áreas de interesse da Defesa Nacional, integrantes da *University of Central Florida* (EUA), da *University of Calgary* (Canadá), da *Denel Dynamics* (África do Sul) e da Força Aérea Brasileira (FAB) conduzirão a apresentação de quatro palestras convidadas e quatro minicursos, em temas atuais e de vanguarda científica e tecnológica.

Contamos também com o reconhecimento de sete renomadas empresas atuantes no setor de defesa, que demonstraram sua confiança no evento participando como patrocinadores do SIGE deste ano.

Por oportuno, cabe ressaltar a valorosa participação dos Oficiais-Alunos do PPGAO na organização do XX SIGE, que tradicionalmente se dedicam voluntariamente a esta atividade, em paralelo com a grande carga de estudo estabelecida pelo regime acadêmico do ITA. Acrescenta-se ainda a essa força de trabalho que torna o SIGE possível, os integrantes do Laboratório de Guerra Eletrônica, do Laboratório de Comando e Controle e Defesa Cibernética, membros da Pós-graduação e da Associação de Pós-graduandos do ITA (APG), bem como servidores da administração do ITA e do DCTA.



Nesse contexto, a Comissão Organizadora do XX SIGE agradece a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização do evento deste ano, trabalhando para criar um ambiente propício para que todos os participantes, integrantes do setor operacional, acadêmico e industrial, possam discutir sobre temas relacionados com a Defesa Nacional.

Nosso especial agradecimento ao Ministério da Defesa e à Força Aérea Brasileira, que ao longo desses últimos vinte anos nos incentiva e oferece as condições para criar anualmente no ITA esse espaço para apresentar e discutir temas de ensino e pesquisa em prol da Defesa Nacional.

Sejam todos bem-vindos a São José dos Campos e ao Instituto Tecnológico de Aeronáutica.

Um ótimo simpósio a todos!

Comissão Organizadora do XX SIGE

## **PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM APLICAÇÕES OPERACIONAIS (PPGAO)**

Criado em 2001 pela Portaria nº 941/GC3, e atualmente regulamentado pela ICA 37-461/2011, o Programa de Pós-Graduação em Aplicações Operacionais (PPGAO) foi concebido com a finalidade de formar profissionais para o exercício de atividades de análise, síntese, avaliação, pesquisa e desenvolvimento de concepções, métodos, modelos, conceitos, procedimentos e tecnologias, visando a atender às necessidades operacionais do Comando da Aeronáutica (COMAER), por intermédio da geração e domínio do conhecimento nos níveis operacional e tático.

O PPGAO é uma iniciativa inovadora do Comando da Aeronáutica na área de ensino de pós-graduação com foco em Defesa. É um programa de pós-graduação *stricto sensu* transversal criado no Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) para viabilizar a participação sistemática de servidores civis e militares das Forças Armadas em cursos de mestrados e de doutorado, em temas de interesse das aplicações operacionais de Defesa. Como um programa transversal, o PPGAO utiliza-se de toda a infraestrutura de cursos já existentes no ITA, reconhecida pelo seu pioneirismo e pela excelência conquistada em 57 anos de pós-graduação em Engenharia no Brasil. Desta forma, sem criar nenhum curso novo no ITA, o PPGAO conta com seis programas de pós-graduação reconhecidos pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior do Ministério da Educação (Capes), nas áreas de engenharia civil, mecânica, aeronáutica, eletrônica, computação, física, ciências e tecnologias espaciais, e um corpo docente em torno de 150 professores doutores credenciados, além da excelente infraestrutura de laboratórios de ensino e pesquisa do ITA e demais Institutos do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA).

Por meio de normatização específica no âmbito do COMAER (ICA 37-461), e de acordo com as normas nacionais de pós-graduação, o PPGAO é gerido



estrategicamente por um Conselho Diretor sob a presidência do Vice-Chefe do Estado-Maior da Aeronáutica, e executado no ITA por uma Comissão de Coordenação presidida pelo Pró-Reitor de Pós-graduação do ITA, junto com um Coordenador-Geral e seus respectivos Coordenadores de Área. Desta forma, o PPGAO promove sistematicamente no ITA o ensino de pós-graduação *stricto sensu* e a pesquisa avançada em temas de interesse do setor operacional de Defesa, nas áreas de concentração a saber: Guerra Eletrônica e Sensoriamento Remoto (GE-SR); Comando e Controle e Defesa Cibernética (CC-DC); Análise Operacional e Engenharia Logística (AO-EL); Sistemas de Armas e Aplicações Espaciais (SA-AE); e Defesa Química, Biológica, Radiológica e Nuclear e Bioengenharia (DQBRN-Bio).

## **CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ANÁLISE DE AMBIENTE ELETROMAGNÉTICO (CEAAE)**

O Curso de Especialização em Análise de Ambiente Eletromagnético (CEAAE) foi criado pela Portaria nº 304/GM3, de 7 de maio de 1998, no Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), sendo regulamentado pela ICA 37-581 – Normas Reguladoras do Curso de Especialização em Análise de Ambiente Eletromagnético, de 16 de abril de 2015. Tem como objetivo capacitar recursos humanos para atuar nos elos do Sistema de Guerra Eletrônica da Aeronáutica (SIGEA) na geração de requisitos, no recebimento de equipamentos e sistemas e no desenvolvimento de formas adequadas de operação.

O CEAAE é ministrado em regime de Pós-Graduação *lato sensu*, com módulos de duração inferior a 06 (seis) meses. A carga horária mínima do CEAAE para emissão do Certificado de Especialista é de 360 horas-aula e o tempo máximo para sua conclusão é de 24 meses contados a partir da data da publicação da matrícula no Boletim Interno do ITA. As aulas são ministradas por professores do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), por pesquisadores especializados do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA) e do Instituto de Aplicações Operacionais (IAOp), resultando em uma parceria ideal, unindo a excelência acadêmica do ITA, a experiência no desenvolvimento de sistemas aeroespaciais do DCTA e na avaliação operacional de sistemas de Guerra Eletrônica do IAOp.

O currículo do CEAAE inclui como pré-requisito o Curso Doutrinário de Guerra Eletrônica (CDGE) ministrado pelo Grupo de Instrução Tática e Especializada (GITE), ou outro curso de GE equivalente ministrado pela Marinha ou Exército. O curso atualmente tem duração de um semestre letivo, sendo composto por um conjunto de disciplinas de fundamentação teórica e de disciplinas de conhecimento aplicado, além da exigência da confecção e defesa do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) para obtenção de Certificado de Especialista em Análise de Ambiente Eletromagnético pelo ITA.

## Programação Geral do XX SIGE

<b>Terça-feira 25/09/18</b>						
Horário		Duração				
7:30	8:10	0:40	<b>Credenciamento e Recepção</b> Hall dos Auditórios B e C (IEE)			
8:10	9:50	1:40	<b>Minicurso 1</b>	<b>Minicurso 2</b>	<b>Minicurso 3</b>	<b>Minicurso 4</b>
9:50	10:20	0:30	<b>Coffee Break</b> Hall dos Auditórios B e C (IEE)			
10:20	12:00	1:40	<b>Minicurso 1</b>	<b>Minicurso 2</b>	<b>Minicurso 3</b>	<b>Minicurso 4</b>
12:00	13:00	1:00	<b>Almoço</b>			
13:00	13:30	0:30	<b>Credenciamento e Recepção</b> Hall dos Auditórios B e C (IEE)			
13:30	13:50	0:20	<b>Abertura do XX SIGE</b> Auditório Lacaz Netto Palavras do Reitor do ITA: <b>Prof. Dr. Anderson Ribeiro Correia</b>			
13:50	14:40	0:50	<b>Palestra de Abertura</b> Auditório Lacaz Netto			
14:40	15:10	0:30	<b>Coffee Break</b> Hall dos Auditórios B e C (IEE)			
15:10	15:30	0:20	<b>Briefing do XX SIGE</b> Auditório B Apresentador: Cel QOECOM OLYMPIO Lucchini Coutinho			
15:30	17:00	1:30	<b>Espaço para Debates</b> Auditório B Título: <b>Ensino e Pesquisa em Áreas de Defesa com foco em Aplicações Operacionais</b> Integrantes: MD, EMAER, COMPREP, DCTA, ITA Mediador: Cel QOECOM OLYMPIO Lucchini Coutinho			



<b>Quarta-feira 26/09/18</b>			
Horário		Duração	
7:30	8:30	1:00	<b>Credenciamento e Recepção</b> Hall dos Auditórios B e C (IEE)
8:30	9:30	1:00	<b>Sessão Técnica I</b> Auditório B
			<b>Sessão Técnica II</b> Auditório Celso Renna
9:30	9:50	0:20	<b>Coffee Break</b> Hall dos Auditórios B e C (IEE)
10:00	10:50	0:50	<b>Palestra Patrocinador Diamante: Keysight</b> Auditório B
11:00	11:50	0:50	<b>Palestra Convidada</b> Auditório B Título: <b>Gas Turbines Technology for Advanced High-Performance Aviation Applications</b> Palestrante: <b>Prof. Dr. Jayanta Kapat</b> Afiliação: <b>University of Central Florida (EUA)</b>
12:00	13:10	1:10	<b>Almoço</b>
13:10	14:10	1:00	<b>Sessão Técnica III</b> Auditório B
			<b>Sessão Técnica IV</b> Auditório Celso Renna
14:20	14:50	0:30	<b>Workshop Patrocinador Diamante: Keysight</b> Auditório Bioengenharia
			<b>Workshop Patrocinador Diamante: Rohde&amp;Schwarz</b> Auditório CEAAE
			<b>Workshop Patrocinador Ouro: Carmenta</b> Auditório Celso Renna
14:50	15:10	0:20	<b>Coffee Break</b> Hall dos Auditórios B e C (IEE)
15:10	16:00	0:50	<b>Palestra Convidada</b> Auditório B Título: <b>O futuro da navegação aérea e seus impactos no planejamento do espaço aéreo</b> Palestrante: <b>Prof. Dr. Alexandre Gomes de Barros</b> Afiliação: <b>University of Calgary (Canadá)</b>
16:10	17:10	1:00	<b>Sessão Técnica V</b> Auditório B
			<b>Sessão Técnica VI</b> Auditório Celso Renna
17:10	18:00	0:50	<b>Sessão de Pôsteres</b> Hall dos Auditórios B e C (IEE) Coordenador: Ten Cel QOECOM ALEXANDRE Camacho Coelho

<b>Quinta-feira 27/09/18</b>			
Horário		Duração	
7:30	8:30	1:00	<b>Credenciamento e Recepção</b> Hall dos Auditórios B e C (IEE)
8:30	9:30	1:00	<b>Sessão Técnica VII</b> Auditório B
			<b>Sessão Técnica VIII</b> Auditório Celso Renna
9:30	9:50	0:20	<b>Coffee Break</b> Hall dos Auditórios B e C (IEE)
10:00	10:50	0:50	<b>Palestra Patrocinador Diamante: Rohde&amp;Schwarz</b> Auditório B
11:00	11:50	0:50	<b>Palestra Convidada</b> Auditório B Título: <b>What useful information can be retrieved from infrared measurements?</b> Palestrante: <b>Prof. Dr. Paul Retief</b> Afiliação: <b>Denel Dynamics (África do Sul)</b>
12:00	13:10	1:10	<b>Almoço</b>
13:10	14:10	1:00	<b>Sessão Técnica IX</b> Auditório B
			<b>Sessão Técnica X</b> Auditório Celso Renna
14:20	14:50	0:30	<b>Workshop Patrocinador Diamante: Keysight</b> Auditório Bioengenharia
			<b>Workshop Patrocinador Diamante: Rohde&amp;Schwarz</b> Auditório CEAAE
			<b>Workshop Patrocinador Ouro: Carmenta</b> Auditório Celso Renna
14:50	15:10	0:20	<b>Coffee Break</b> Hall dos Auditórios B e C (IEE)
15:10	16:00	0:50	<b>Palestra Convidada</b> Auditório B Título: <b>Explorando comportamentos padrões do Sistema Operacional com documentos maliciosos</b> Palestrante: <b>M.Sc. Rafael Salema Marques, Maj Av</b> Afiliação: <b>Força Aérea Brasileira</b>
16:10	17:10	1:00	<b>Sessão Técnica XI</b> Auditório B
			<b>Sessão Técnica XII</b> Auditório Celso Renna
17:15	17:30	0:15	<b>Encerramento do XX SIGE</b> Auditório B Apresentador: Cel QOECOM OLYMPIO Lucchini Coutinho

## Palestrantes Convidados

---

### **Jayanta Kapat, Ph.D.**

*University of Central Florida – EUA*



Jayanta Kapat é Bacharel com Honras (Eng. Mecânica) pelo Instituto Indiano de Tecnologia, Kharagpur – Índia, Mestre (Eng. Mecânica) pela Arizona State University – EUA – e PhD (Eng. Mecânica) pela Massachusetts Institute of Technology – EUA. Sua pesquisa dedica-se principalmente à área de miniaturização de sistemas de engenharia (Diretor Associado da Iniciativa MES); Fluidos em microescala; Transferência de calor e sensores relacionados com aplicação a MEMS; Aerodinâmica e transferência de calor para turbinas a gás e outras turbomáquinas; Transição e turbulência e efeitos associados na evaporação de gotículas e aumento de transporte; Fluxo e transporte em diferentes técnicas de processamento de materiais.

#### **Palestra convidada:**

*Gas Turbines Technology for Advanced High-Performance Aviation Applications*

#### **Minicurso:**

*New trends: advanced manufacturing, materials and data analytics in gas turbines for military applications*

## Palestrantes Convidados

---

### **Alexandre Gomes de Barros, Ph.D.** *University of Calgary – Canadá*



Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Campinas (1991), mestrado em Pesquisa Operacional e Transportes pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (1994) e doutorado em Engenharia de Transportes pela Universidade de Calgary, Canadá (2001). Foi Diretor de Infraestrutura Aeroportuária da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) de 2008 a 2010, onde contribuiu de forma significativa para a reestruturação do sistema de aviação civil brasileiro. Atualmente é Professor Associado de Engenharia de

Transportes na Universidade de Calgary, Canadá. É também membro do conselho editorial do Journal of Advanced Transportation. Tem experiência na área de Engenharia de Transportes, com ênfase em Aeroportos e Transporte Aéreo, atuando principalmente nos seguintes temas: planejamento e projeto de aeroportos; planejamento de sistemas de transporte aéreo; sistemas de transporte inteligentes. Atuou em vários projetos aeroportuários internacionais, incluindo Toronto/Pearson, Montreal/Trudeau, Atlanta, Nova York/JFK, Seattle/Tacoma, Boston/Logan, Leeds (Grã-Bretanha), Hong Kong e Seul/Incheon (Coreia do Sul).

#### **Palestra convidada:**

*O futuro da navegação aérea e seus impactos no planejamento do espaço aéreo*

#### **Minicurso:**

*O futuro da navegação aérea e seus impactos no planejamento do espaço aéreo*

## Palestrantes Convidados

---

### **Paul Retief, Ph.D.**

*Denel Dynamics – África do Sul*



Dr. Stephanus Johannes Paulus Retief, é um físico sul-africano que se formou bacharel em Física e Matemática Aplicada, e mestre em Astrofísica na Universidade North-West na República da África do Sul (RSA). Ele também obteve o título de doutor na Universidade de Pretória (RSA). Atualmente, ele é um importante cientista da Denel Dynamics, onde contribui para o desenvolvimento de mísseis infravermelhos (IR). Sua experiência de trabalho inclui: Medições de IR com o objetivo

de caracterizar/determinar a assinatura radiométrica de alvos de mísseis, contramedidas de flare, aeronaves de caça, aeronaves de asas rotatórias e fundos (céu, terreno e mar) usando câmeras IR e espectrorradiômetros. Os modelos numéricos definidos por este trabalho são úteis na simulação de cenários de combate de IR. Além de apresentações técnicas para o grupo de Guerra Eletrônica da Força Aérea da África do Sul sobre medidas e modelagem de infravermelho, o Dr. Paul foi o coordenador e principal apresentador de um curso de um ano sobre Infraestrutura e Modelagem de IR para os delegados brasileiros em 2012. Este curso foi um off-set do acordo África do Sul-Brasil com relação ao desenvolvimento do míssil A-DARTER guiado por IR. O conteúdo deste curso foi aplicado em atividades acadêmicas e de R&D nas áreas de interesse da Força Aérea Brasileira, como medição e redução de dados de assinaturas de IR e fenômenos transitórios relacionados a flares pirotécnicos e pirofóricos, queimador de paraquedas e aeronave de asa rotatória.

#### **Palestra convidada:**

*What useful information can be retrieved from infrared measurements?*

#### **Minicurso:**

*Radiometry applied to military infrared scenarios*

## Palestrantes Convidados

---

### **Rafael Salema Marques, M.Sc.** *Força Aérea Brasileira – Brasil*



Profissional de decisão e foco em Segurança Cibernética, com mais de 10 anos de experiência. Possui um extenso histórico na área de previsão de ameaça voltada para a proteção da propriedade intelectual. Excelentes habilidades técnicas, de comunicação, interpessoais, analíticas e de resolução de problemas. Experiência em: Inteligência de ameaças cibernéticas, Sistemas de Comando e Controle, Sistemas Imunológicos Artificiais, Administração Crítica de Sistemas, Engenharia Reversa de Malware e Segurança de Dados. Últimas realizações como Analista de cyber: liderança de uma equipe cyber profissional; condução de testes de penetração em redes intranet e aplicações web; execução de investigações forenses cyber; desenvolvimento de ferramentas e códigos maliciosos para suportar atividades redTeam; análise a avaliação de ameaças cyber.

#### **Palestra convidada:**

*Explorando comportamentos padrões do Sistema Operacional com documentos maliciosos*

#### **Minicurso:**

*Expondo canais de comando e controle simples e efetivos para malwares*

## Sessão Técnica I

### VARIAÇÃO DO MOMENTO LINEAR DE LAJES DE CONCRETO ARMADO EM ENSAIOS EXPERIMENTAIS COM PBX

*Fausto Batista Mendonça (Instituto de Aplicações Operacionais)*

*Girum Urgessa (George Mason University)*

*Luiz Eduardo Nunes de Almeida (Avibras Indústria Aeroespacial S.A)*

*Koshun Iha (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Roberta Jachura Rocha (Avibras Indústria Aeroespacial S.A)*

*José Atílio Fritz Fidel Rocco (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** Ameaças terroristas ou armamentos militares tem se tornado eventos comuns que podem gerar danos severos a estruturas e até ceifar vidas. As respostas das estruturas precisam ser entendidas para um correto dimensionamento. Este artigo apresenta resultados de ensaios experimentais com explosivos, comparando a variação do momento linear de lajes de concreto armado variando a massa de equivalente TNT e o peso das lajes. Três lajes de 50 MPa, e mesma taxa de armadura, foram sujeitas a explosivo plástico não confinados de peso similar. Uma das lajes foi revestida com 5 cm de espuma na face superior. Sensores registraram o deslocamento das lajes e o tempo de duração do movimento, a velocidade foi calculada com base nesses dados. Tendo o peso das lajes, calculou-se o momento linear. As comparações mostraram que variações de massa de equivalente TNT e do peso da laje seguiram a variação do momento linear. Entretanto, isso não ocorreu para a laje revestida com a espuma.

### NEUTRALIZAÇÃO DE PISTAS DE CONCRETO COM USO DE ARMAMENTOS NACIONAIS – ESTUDO DE CASO: AEROPORTO INTERNACIONAL DO RIO DE JANEIRO/GALEÃO

*Daniel Macêdo Gonçalves (Instituto de Aeronáutica e Espaço)*

*Paulo Cesar Miscow Ferreira (Instituto de Aeronáutica e Espaço)*

**Resumo:** O poder decorrente do uso de aeronaves em cenários beligerantes é fato constatado em diversos conflitos ao longo da história das guerras

modernas. A manutenção da superioridade aérea mostrou-se preponderante em todas as grandes guerras travadas desde o emprego do avião como arma. Dados históricos revelam que aeronaves são mais facilmente neutralizadas quando ainda estão no solo, sendo uma das formas de neutralização a destruição das pistas de pouso e decolagem. Nesse sentido, o presente trabalho teve por objetivo estudar a formação de crateras a partir da detonação de bombas lançadas de plataforma aérea sobre pistas de pouso e decolagem constituídas de pavimento rígido e desenvolver modelos matemáticos preditivos para determinação de parâmetros característicos (raio e profundidade) de crateras formadas nessas condições, aplicando as metodologias desenvolvidas para a neutralização da pista de pouso e decolagem 10/28 do Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro/Galeão com uso de armamentos nacionais.

### CODE FOR BLAST ANALYSIS USING THE FINITE ELEMENT METHOD

*Jeferson Rafael Bueno (Universidade Tecnológica Federal do Paraná)*

*Pierre Léger (École Polytechnique de Montréal)*

*Daniel D. Loriggio (Universidade Federal de Santa Catarina)*

*Augusto C. de Sousa (Noise & Vibration Research Group, KU Leuven)*

**Abstract:** Shock waves generated by explosions move at supersonic speeds with great pressure and temperature, and not only incapacitate military and civilians, but also damage buildings and nearby areas. In many cases, damage can lead to the total or partial collapse of the target building and other facilities close to it. There are several programs for blast analysis, however, obtaining such licenses is almost impossible in countries with limited research resources. Thus, the purpose of this article is to present a MatLab code developed for blast analysis using the Finite Element Method. The code was developed for numerical analysis of hemispherical surface burst using an equivalent quantity of TNT, based on the Kingery-Bulmash equations. Numerical results were compared with experimental data from others publications with great convergence.



## Sessão Técnica II

### FERRAMENTA DE PREDIÇÃO DE COBERTURA PARA PLANEJAMENTO DE COMUNICAÇÕES TÁTICAS V/UHF

*Maurício Henrique Costa Dias (CEFET-RJ)*

*Fillipe Machado Pinto Napolitano (Centro Tecnológico do Exército)*

*Arnaud Corrêa da Silveira (Centro Tecnológico do Exército)*

**Resumo:** No contexto das comunicações táticas terrestres em V/UHF, o planejamento de operações se torna mais eficiente quando dispõe de ferramentas de predição de cobertura radioelétrica. Em especial, com a crescente capacidade computacional disponível nos equipamentos de comunicações táticas, é pertinente se pensar em portar tal funcionalidade para um módulo compacto dedicado, ou mesmo para o próprio rádio, se definido por software. Este artigo apresenta uma ferramenta de predição de cobertura desenvolvida como prova de conceito no escopo do futuro Planejador de Missões do RDS-Defesa. Três modelos foram implementados: Okumura-Hata; ITU-R 1546-5; e ITU-R 1812-4. As informações altimétricas do terreno são extraídas de mapas SRTM. Há ainda um bloco de análise de obstrução de linha de visada. Um estudo de caso em cenário tático é apresentado, argumentando sobre a importância de dar ao planejador opções de modelos de predição com características distintas de exatidão e rapidez de cálculo.

### ARCABOUÇO PARA IDENTIFICAÇÃO DE AMEAÇAS AOS OBJETOS ESPACIAIS

*Ilmo Caldas Neto (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Henrique Costa Marques (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** A exploração do ambiente espacial tem culminado em uma crescente geração de lixo espacial, o que tem demandado maior acurácia nas manobras evasivas e de reposicionamento orbital. Dessa forma, em um ambiente com 17 mil objetos em órbita, os operadores satelitais precisam identificar quais são as ameaças aos seus ativos com precisão e tempo hábil de resposta. Esse tipo de tecnologia é parte integrante da gestão de um satélite, pois o tipo de objeto, a

coordenada, o tempo e a gravidade da potencial colisão definem o risco e a necessidade de uma manobra mitigadora, sendo necessário o uso de metodologias precisas de propagação orbital, as quais demandam alto poder computacional. Este trabalho desenvolve um arcabouço para a identificação das ameaças a um objeto de interesse, considerando sempre os dados reais de todos os objetos em órbita, utilizando técnicas de filtragem para redução de custo computacional e apresentando parâmetros inerentes a gestão de risco espacial, assunto esse escassamente discutido na literatura. Com base em um estudo de caso do satélite brasileiro SGDC-1, foi observado que a aplicação de filtros reduziu de forma relevante o tempo de propagação orbital, evitando o processamento de objetos que não trazem risco. Da mesma forma, um módulo dedicado a localização das regiões críticas permitiu a identificação de duas ameaças reais, informando a posição e o tempo das potenciais colisões.

## **TRANSMISSÃO E DISTRIBUIÇÃO REMOTA DE SINAIS RADAR BANDA LARGA MULTICANAL EM REDES DE FIBRA ÓPTICA POR DWDM**

*André Paim Gonçalves (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Olympio Lucchini Coutinho (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** Este artigo aborda a transmissão e distribuição de sinais de radar com banda larga em fibras ópticas com o emprego de Multiplexação por Divisão Densa de Comprimento de Onda (DWDM) para emissores radar remotamente localizado, 1 km, em relação a seu parque de antenas. Esse enlace analógico a fibra foi concebido para a transmissão de sinais radar na faixa de frequência de 0,3 a 3 GHz. Tal enlace é apresentado, por meio de uma breve abordagem teórica e experimental. Para isto este estudo fez considerações em relação à influência de não linearidade e dispersão cromática. Essa modelagem permite verificar com precisão o efeito da dispersão da fibra óptica no sinal de RF, bem como verificar o comportamento do ganho de potência do sinal de RF. A implementação de tal enlace em bancada permitiu confirmar tal comportamento espectral do sinal radar, a estabilidade do ganho e seu futuro emprego para radares de banda larga.

## Sessão Técnica III

### UMA ABORDAGEM DE MBSE PARA A MISSÃO GARATÉA-L

*Renan G. S. Menezes (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Linélcio S. Paula (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Emerson H. S. Oliveira (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Luís E. V. Loures da Costa (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Jonas B. Fulindi (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Lucas Fonseca (CEO, Airvants)*

**Resumo:** Este artigo apresenta os principais resultados da aplicação de uma abordagem Agile System Engineering no estudo de caso da missão Garatêa-L (primeira missão lunar brasileira), utilizando MBSE e a linguagem descritiva de sistemas SysML. Dentro dos princípios dos métodos ágeis, foram realizados Loop's de projeto, processo de elicitação de requisitos, Lab Meetings, interação dinâmicas com os stakeholders. A partir da aplicação dessa abordagem foi possível desenvolver o Conceito de Operações da missão, abrangendo informações essenciais para o entendimento das necessidades dos stakeholders, e realizar a modelagem através do SysML. Os diagramas criados foram: Use Cases, Diagrama de Sequências “White Box” e Diagrama de Requisitos, e também foi realizada a análise de dependabilidade (dependability) e o estudo das alternativas das soluções (trade studies). Os resultados demonstram que a aplicação da abordagem ágil possibilita antecipar análises necessárias para o sucesso da missão e prevê a rastreabilidade de requisitos em atendimento às necessidades dos stakeholders.

## PROTÓTIPO DE UM SUBSISTEMA DE CONTROLE DE ATITUDE PARA MISSÕES SUBORBITAIS

*Denys Tanos (Instituto de Aeronáutica e Espaço)*  
*Felipe da Motta Silva (Instituto de Aeronáutica e Espaço)*  
*Andrei Souza (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*  
*Alison Moraes (Instituto de Aeronáutica e Espaço)*  
*Valeria Leite (Instituto de Aeronáutica e Espaço)*  
*Cesar Batagini (Instituto de Aeronáutica e Espaço)*

**Resumo:** Este artigo descreve uma eletrônica embarcada que está em desenvolvimento com o objetivo de realizar controle de rolamento em foguetes de sondagem. Este desenvolvimento envolve o uso de sensores de tecnologia MEMS, de baixo custo juntamente com processador de aplicação comercial. Os ensaios realizados mostraram que o sistema desenvolvido é capaz de realizar as medidas de velocidade angular em uma escala linear. As simulações em malha fechada realizadas envolvendo o protótipo mostraram a efetividade do projeto, sendo este eficaz em cancelar o rolamento residual da carga útil oriundo da fase propulsada.

## IDENTIFICAÇÃO DE ESTRELAS PARA SENSORES EMBARCADOS EM NANOSSATÉLITES

*Pedro Kukulka de Albuquerque (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*  
*Luis Eduardo V. Loures da Costa (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*  
*Valdemir Carrara (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais)*

**Resumo:** Este artigo visa desenvolver uma solução para a identificação estelar sem informação de atitude prévia no sensor de estrelas, de acordo com as restrições de energia e espaço interno presente em nanossatélites. Para isso foi utilizado dois algoritmos de identificação conhecidos como pirâmide e valor P, além de uma terceira opção formada por esses dois. Modificações na lógica clássica desses foram necessárias para atender as necessidades impostas ao problema. Por fim, o algoritmo foi simulado no Matlab em um ambiente ruidoso de forma a comparar as soluções quanto ao tempo para identificação e robustez ao cenário criado.

## Sessão Técnica IV

### MODERNIZAÇÃO DE MEIA VIDA DE AERONAVES MILITARES: UMA AVALIAÇÃO DA MELHOR POLÍTICA

*José Tadeu Medeiros do Vale (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*  
*Mischel Carmen Neyra Belderrain (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*  
*Fernando Teixeira Mendes Abrahão (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** O presente artigo tem por objetivo apresentar resultados iniciais gerados a partir proposição de um modelo matemático que permita a definição de uma política ótima de substituição de equipamentos que sofram obsolescência tecnológica. O modelo de decisão foi representado por um modelo de programação dinâmica probabilística, tendo as preferências do decisor representadas por funções de utilidade e identificando o conjunto de estados e ações que representam a utilidade máxima esperada. Os resultados encontrados mostraram a utilidade do modelo em identificar o momento ótimo de substituição para uma combinação de equipamentos, demonstrando a capacidade de ser utilizado em um contexto de modernização de meia vida.

### CUSTO DO CICLO DE VIDA: PROPOSTA DE MÉTODO DE CÁLCULO PROSPECTIVO E ANÁLISE DE SENSIBILIDADE A FATORES DE CONFIABILIDADE E MANUTENIBILIDADE

*Danilo Garcia Figueiredo Pinto (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*  
*Fernando Teixeira Mendes Abrahão (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** A previsão de custos de ciclo de vida de sistemas complexos de Defesa para fins de planejamento operacional e logístico é uma atividade cada vez mais crítica frente às constantes e crescentes pressões por redução orçamentária. A incerteza envolvida nos cálculos é um desafio que se vê agravado em novos projetos, dada a inexistência de dados históricos para sustentarem as estimativas. Diante disso, este artigo propõe um método de cálculo prospectivo do Custo do Ciclo de Vida e do Custo por Hora de Voo a partir de uma abordagem baseada na compilação de custos inerentes a processos elementares de suporte, por meio de modelagem e simulação do sistema alvo, com a ajuda da suíte

OPUS©. Para ilustrar a aplicação do método, foi montado um estudo de caso inspirado em um projeto da Força Aérea Brasileira, que também ensejou uma análise de sensibilidade dos custos de vida a fatores de Confiabilidade e Manutenibilidade.

## MODELAGEM DE PROGRAMA DE TREINAMENTO DE PILOTOS PARA PREDIÇÃO DE ESFORÇO AÉREO

*Sergio Rebouças (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Talita Alessandra da Silva (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Fernando Teixeira Mendes Abrahão (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** O dimensionamento de esforço aéreo demandado para o treinamento de pilotos de aeronaves é um problema vivenciado anualmente pelas empresas desse setor, tanto na área civil quanto militar. A mobilização de recursos humanos e materiais necessários para suportar diretamente a atividade aérea constitui o principal fator de impacto na gestão financeira. O planejamento, quando realizado de forma empírica, pode gerar erros significativos de demanda de esforço aéreo. Este artigo descreve um método para o planejamento e dimensionamento de esforço aéreo necessário para o treinamento de pilotos, na fase de formação básica. O método proposto consiste em simulação através de modelagem matemática e econométrica, envolvendo as ordens de instrução e as restrições operacionais existentes, no intuito de obter previsões precisas no dimensionamento de esforço aéreo. O modelo apresentou diferença de previsão de apenas 1,66% do esforço aéreo real, consumido no período de um ano.

## Sessão Técnica V

### FUSÃO DE DECISÕES DE SENSORIAMENTO ESPECTRAL COM PRÉ-COMPENSAÇÃO SOB ERROS DE ESTIMAÇÃO DE CANAL

*Fernanda M. V. Boas (Instituto Nacional de Telecomunicações)*

*Dayan A. Guimarães (Instituto Nacional de Telecomunicações)*

*Guilherme P. Aquino (Instituto Nacional de Telecomunicações)*

**Resumo:** O conceito de rádio cognitivo (cognitive radio, CR) pode ser aplicado em sistemas táticos de uso militar e em redes de telecomunicação para uso em segurança pública. A reconfigurabilidade e a capacidade de uso oportunista de espectro por meio de sensoriamento espectral permitem aos CRs estabelecerem comunicação sem fio sem a necessidade de uma complexa infraestrutura de rede. Recentemente foi proposto um esquema de sensoriamento espectral cooperativo no qual as decisões locais tomadas pelos CRs em relação ao estado de ocupação do canal sensoriado são enviadas ao centro de fusão de forma simultânea, na mesma frequência e usando o conceito de pré-compensação dos ganhos dos canais entre CRs e o centro de fusão. Nesse artigo analisa-se o desempenho deste esquema sob a influência de erros na estimação dos ganhos de canal. Demonstra-se que a regra de decisão por voto majoritário é pouco sensível a tais erros, sendo a mais atrativa para aplicação prática.

### SELEÇÃO DE REDES HETEROGÊNEAS NO CONTEXTO DA ATN-BR

*Marco Aurélio Sernagiotto (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Valério Rosset (Universidade Federal de São Paulo)*

*Mariá C. V. Nascimento (Universidade Federal de São Paulo)*

**Resumo:** A rede de telecomunicações aeronáuticas (ATN – Aeronautical Telecommunication Network) atual tem o objetivo de oferecer uma infraestrutura de comunicação eficiente, segura e robusta para suportar as novas aplicações e serviços aeronáuticos. Nesse contexto, a ATN Brasileira (ATN-BR) emerge como um desafio para o Comando da Aeronáutica (COMAER), que é a instituição responsável pela implantação dessa rede em todo o território

brasileiro. As restrições que impedem a disponibilidade de enlaces de rede nas diversas localidades prestadoras de serviços aeronáuticos em terra conduzem ao cenário desafiador de oferecer uma rede de comunicações segura, robusta e eficiente para uso aeronáutico com recursos limitados. Além disso, o uso otimizado dos enlaces de comunicação disponíveis em cada localidade torna-se essencial para implantar essa nova rede com sucesso e a seleção ótima de enlaces é uma das ferramentas disponíveis para atingir esse objetivo. Neste artigo são analisados alguns métodos de seleção de enlaces, apresentada uma proposta de algoritmo para aplicação na ATN-BR e sugerida uma pesquisa futura no tema.

## A BIBLIOMETRIC REVIEW OF AGENT-BASED MODELS IN OPERATIONS RESEARCH

*João Pedro Pinheiro Malere (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Mischel Carmen Neyra Belderrain (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Abstract:** Modeling and simulation are used to improve the understanding of a system's behavior, allowing explanatory and predictive capabilities. More specifically, Agent-Based Models are a particular class of computer models for simulating the actions and interactions of autonomous agents within themselves and with an environment. This approach is often used on systems where there are complex relationships and distributed resources. This work presents a bibliometric review of Agent-Based Models (ABM) and Multi-Agent Systems (MAS) in the area of Operations Research. The first part presents a broader view of ABM during the period from 2007 to 2017 for an understanding of the fields where this approach is used. The second part presents a more specific analysis of Agent-Based Models in the area of operations research. The results show that this Agent-Based Models and Multi-Agents Systems are used on a variety of fields, including artificial intelligence and social sciences, and that in Operations Research they are used for a variety of applications including optimization and systems modeling.



## Sessão Técnica VI

### CIRCULADOR CONSTRUÍDO COM LOOPS ACOPLADOS DE RESSOADORES PARAMETRICAMENTE MODULADOS OPERANDO A 915 MHZ

*Eduardo Gonçalves Sousa (Universidade de Brasília)*

**Resumo:** O circulador é um dispositivo não recíproco muito utilizado em sistemas de comunicação full-duplex. O seu funcionamento baseia-se na precessão dos momentos de dipolo magnético associados ao spin de elétrons não emparelhados que giram em torno do eixo de um campo magnético externamente aplicado. Por consequência, torna-se necessário o uso de ferrita de grande dimensão, tornando o seu footprint muito grande comparado aos padrões atuais de componentes SMT, i. e., Surface-Mount Technology. Uma alternativa é construir um circulador ativo utilizando transistores, que também possui limitações, e. g., largura de banda estreita, alto nível de ruído e alta complexidade da topologia. Como alternativa a esses dois modelos de circulador, este artigo apresenta o projeto de um circulador com topologia  $\Pi$  com o uso de indutores, capacitores e diodos de capacitância variável, para a banda UHF de 33 cm e frequência central de 915 MHz.

### MEDIDAS ELETROMAGNÉTICAS DO NANOCOMPÓSITO DE NANOFERRITA [BA(NITI)0,2FE11,6O19]96,0[LA2O3]4,0/RESINA EPÓXI PARA USO COMO ABSORVEDORES DE MICRO-ONDAS NA BANDA-X

*Valdirene Aparecida da Silva (Universidade do Vale do Paraíba)*

*Bruno Ferraz Donati (Universidade do Vale do Paraíba)*

*Mirabel Cerqueira Rezende (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** Medidas eletromagnéticas de permeabilidade magnética e permissividade elétrica, parâmetros de espalhamento (parâmetros S22 e S21) e de refletividade foram realizadas em amostras de compósitos nanoestruturados com a nanoferrita de [Ba(NiTi)0,2Fe11,6O19]96,0[La2O3]4,0 em resina epóxi, pela técnica de guia de ondas na faixa de frequências da banda-X (8,2 - 12,4 GHz). Com os valores experimentais de permeabilidade e permissividade obtidos foi realizada a predição do comportamento da atenuação da radiação

da amostra processada via simulação computacional. A correlação dos resultados obtidos via simulação com curvas de refletividade experimentais mostra um bom ajuste. Este dado mostra o potencial de simulações na otimização do processamento de absorvedores, tornando esse processo menos oneroso e mais rápido.

## **A ABORDAGEM DE RÁDIO DEFINIDO POR SOFTWARE APLICADA A RECEPTORES DE VOR**

*Rafael Gonçalves Licursi de Mello (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** Um receptor de VOR (Very High Frequency Omnidirectional Range) baseado em Rádio Definido por Software (RDS) com processamento em laptop é apresentado. Experimentos apontaram que o sistema é capaz de indicar a radial da estação de VOR de São José dos Campos com uma taxa de erro médio menor que 1% e desvio padrão menor que 2,14% com relação à radial calculada cartograficamente, em todos os casos medidos. Os resultados sugerem que receptores de VOR baseados em RDS apresentando baixo volume e peso podem ser desenvolvidos com processamento em microcontroladores ou FPGAs (Field Programmable Gate Arrays) para comporem sistemas de navegação de drones que necessitem operar nos entornos de aeródromos. Este estudo é recomendado para as áreas de Sistemas de Navegação e Processamento Digital de Sinais.

## Sessão Técnica VII

### CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO EM DISTÂNCIA DE UMA CÂMERA TERMAL POR PROCESSAMENTO DE IMAGENS

*Raphael Efsio da Silva (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*  
*Augusto Cezar Gomes dos Santos (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*  
*Ruy Morgado de Castro (Instituto de Estudos Avançados)*  
*Alvaro José Damião (Instituto de Estudos Avançados)*

**Resumo:** A caracterização de um imageador térmico embarcado em aeronaves é de fundamental relevância para a garantia da qualidade e fidelidade das imagens. O levantamento dos dados técnicos da câmera termal permite a avaliação de seu desempenho como função da distância, de forma a contribuir para o planejamento das operações e promover o sucesso na missão. No presente estudo estimou-se, com auxílio de softwares específicos para o processamento de imagens, um diferencial mínimo de temperatura resolvível (MRTD - Minimum Resolvable Temperature Difference) de um sistema eletro-óptico termal, equipado em helicópteros, denominado FLIR (Forward Looking Infrared). Mediante o MRTD obtido, foi possível propor uma distância máxima de identificação de um alvo de interesse, em função da temperatura e dimensão espacial do mesmo.

### DESENVOLVIMENTO DE DISPOSITIVO DE IMAGEAMENTO THROUGH-WALL DE APLICAÇÕES EM DEFESA NACIONAL E SEGURANÇA PÚBLICA

*Ramyses de Macedo Rodrigues (Universidade Federal de São Carlos)*  
*Eduardo X. F. G. Migon (Escola de Comando e Estado-Maior do Exército)*  
*João C. Sanches (Universidade Federal de São Carlos)*  
*Alexandre W. de Souza (Universidade Federal de São Carlos)*  
*Pedro F. Caballero Campos (Universidade Federal de São Carlos)*  
*Fernando M. Araújo-Moreira (Universidade Federal de São Carlos)*

**Resumo:** Neste projeto foi desenvolvido um dispositivo de obtenção de imagens de alta resolução do tipo through-wall para identificação de características biométricas e bioestruturas através de anteparos. Esta nova plataforma

tecnológica, baseada na arquitetura de radares, é capaz de detectar indivíduos ou animais que estejam ocultados por um anteparo opaco (parede ou muro). Este dispositivo possui diversas vantagens em relação ao similar importado, tais como um novo conceito de detecção, tecnologia à prova de obsolescência, devido ao uso de componentes oriundos da tecnologia de redes wi-fi, maior robustez, menor peso, maior portabilidade, capacidade de extração de características biométricas de indivíduos e, principalmente, de baixo custo. Esta plataforma de detecção pode ser também ajustada – sem variações significativas no seu custo, para localizar praticamente qualquer tipo de objetos, desde pessoas soterradas até carregamentos de armas ou entorpecentes. A plataforma pode ser aplicada como instrumento de apoio a ações de Inteligência.

## **AVALIAÇÃO OPERACIONAL DA ASSINATURA NO INFRAVERMELHO DO HELICÓPTERO H-36 CARACAL**

*Luty Ribeiro (Instituto de Aeronáutica e Espaço)*

*Guilherme Prado (Instituto de Aplicações Operacionais)*

*Ricardo Tavares (Instituto de Aplicações Operacionais)*

*Francisco Sircilli (Instituto de Estudos Avançados)*

**Resumo:** As missões de transporte, ataque e busca e salvamento são de fundamental importância em missões reais. Devido às baixas velocidades e alturas dos helicópteros, sua grande ameaça são os mísseis de ombro (manpad) guiados por infravermelho. Assim, prospectou-se o estudo de susceptibilidade a essa ameaça, tendo como premissa o conhecimento da assinatura no infravermelho (AIV) da aeronave. O objetivo da Avaliação Operacional (AVAOP) foi responder: qual a intensidade radiante do H-36? Mediu-se então esta grandeza em vários ângulos de aspecto e altura da aeronave, em voo pairado e deslocamento. Resultados iniciais desta AVAOP indicam que os traveses esquerdo e direito, e os cones de 45º ao redor do nariz e cauda apresentam a maior e menor intensidade radiante, respectivamente. Contrapondo com dados de mísseis manpad indicam que nas melhores condições de engajamento (través e baixo ângulo de visada), em voo pairado, a aeronave pode vir a ser detectada em quilômetros.

## Sessão Técnica VIII

### ESTUDO DA INFLUÊNCIA DE CAMPOS ELÉTRICOS EXTERNOS NA ESTABILIDADE DO PERCLORATO DE AMÔNIO

*Jorge Fernando Leite Monteiro Júnior (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*José Atílio Fritz Fidel Rocco (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Rene Francisco Boschi Gonçalves (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** A ignição não prevista de formulações de propelentes sólidos do tipo compósitos aluminizados mantém-se como um problema operacional durante a fabricação, estocagem e manuseio de materiais energéticos. Destaca-se nesse contexto a ignição por descarga eletrostática e consequente a influência de campos elétricos sobre os diversos componentes de um compósito energético. O relevante papel do perclorato de amônio nos propelentes sólidos motiva o estudo da influência de campos elétricos sobre sua estrutura. A ferramenta da dinâmica molecular no software LAMMPS auxilia o estudo e mostra que há influência do campo elétrico em um conjunto de moléculas de perclorato de amônio e mostra o efeito da presença de moléculas de água na estabilidade frente a um campo elétrico externo, uma vez que o perclorato de amônio possui uma significativa higroscopicidade.

### DESENVOLVIMENTO DE BIOCSENSOR PARA DETECÇÃO DE BIOAGENTES DE INTERESSE EM DQBRN

*Nadja Fernanda Gonzaga Serrano (Universidade Federal de São Carlos)*

*Ivan Perazzoli (Universidade Federal de São Carlos)*

*Eduardo X. F. G. Migon (Escola de Comando e Estado-Maior do Exército)*

*Julio Zukerman-Schpector (Universidade Federal de São Carlos)*

*Ignez Caracelli (Universidade Federal de São Carlos)*

*Bruno Thomazini (Universidade Estadual Paulista)*

*Fernando Manoel Araújo-Moreira (Universidade Federal de São Carlos)*

**Resumo:** A rápida e segura identificação e classificação de microrganismos (bactérias, fungos, etc) não é uma tarefa simples. O uso de métodos ópticos, a exemplo da técnica de fluorescência, tem como vantagem ser de custo

financeiro bem acessível quando comparado com outras técnicas – como PCR (Polimerase Chain Reaction), obtenção dos resultados em poucos segundos, nenhuma ou pequena preparação da amostra, e não há geração de resíduos químicos. Neste projeto aplicamos o fenômeno da fluorescência na construção de um dispositivo que permita avaliar a presença de microrganismos de interesse em diversas áreas, entre elas a de defesa química, biológica, radiológica e nuclear (DQBRN). Especificamente buscou-se a detecção de patógenos que podem ser usados como bioarmas. Foram detectados com sucesso diversos microrganismos de letalidade baixa (classe C/CDC) e média (classe B/CDC). Ainda, no procedimento do uso deste dispositivo é incluída a ação de um peptídeo antimicrobiano (PAM) com o intuito de usá-lo como bioreceptor.

### CONSIDERAÇÕES SOBRE A UTILIZAÇÃO DE AERONAVES E DOSIMETRIA DE PILOTOS EM CENÁRIOS DQBRN

*Joyce Carolynne de Melo Silvestre (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*José Elias Matieli (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Claudio Antonio Federico (Instituto de Estudos Avançados)*

**Resumo:** A defesa contra agentes QBRN é delicada e o sucesso de operações nesse cenário depende de cautela em todas as suas etapas, desde o pré ao pós-missão. O principal meio de proteger as equipes envolvidas, o público e os equipamentos utilizados é o monitoramento individual e ambiental. Este trabalho versa sobre a utilização de aeronaves em cenários de Defesa Química, Biológica, Radiológica e Nuclear (DQBRN), efetuando breves considerações sobre os cuidados necessários nas diferentes fases para esse tipo de missão e entrando em detalhe no monitoramento radiológico de tripulações em eventos radiológicos e nucleares, com foco especial na aeronave H-36, na qual é feita uma análise técnica cuidadosa da condição de trabalho dos pilotos para esse tipo de missão e dos fatores de conversão de dose apropriados para as medições de radiação. Também são efetuados testes práticos de posicionamento de detectores e sugerido o uso de monitores individuais na lateral do macacão, alertando-se sobre a necessidade do uso de fatores de correção para a conversão da dose assim obtida para a dose efetiva incidente sobre o organismo de tripulantes nesse tipo de cenário.

## Sessão Técnica IX

### ANALYSIS OF OPEN-LOOP DIRCM JAMMING EFFECTS ON FIRST GENERATION INFRARED SEEKERS

*Caio Augusto de Melo Silvestre (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*  
*Lester de Abreu Faria (Instituto de Estudos Avançados)*

**Abstract:** The Directed Infrared CounterMeasure (DIRCM) is an infrared countermeasure that is employed against different kinds of infrared missiles. Its purpose is to make missiles miss the target, by jamming their infrared reticle seekers or by dazzling the imaging seekers. In this manuscript, we developed a software in MatLab which simulates three different infrared first-generation seekers, to evaluate DIRCM's jamming effects on signal processing and in target tracking. Using three different reticles, it's noteworthy the influence of some of the DIRCM's parameters, such as pulse repetition frequency (PRF) and intensity. The highest jamming efficiency is achieved when its PRF is close of the seeker's reticle spinning frequency. In order to evaluate the effects of an open loop DIRCM, a composite DIRCM jamming waveform was modeled and tested against the three different modeled seekers. This approach achieved the optical break lock in all three seekers in less than 0.7 seconds.

### EFEITO DO CONTROLE AUTOMÁTICO DE GANHO NA CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DO DESEMPENHO EM DISTÂNCIA DE UM IMAGEADOR TERMAL

*Raphael Efísio da Silva (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*  
*Augusto Cezar Gomes dos Santos (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*  
*Ruy Morgado de Castro (Instituto de Estudos Avançados)*  
*Alvaro José Damião (Instituto de Estudos Avançados)*

**Resumo:** Para a utilização de Sistemas Eletro-Ópticos Termais em operações aéreas de busca e salvamento é preponderante que se saiba como determinar as distâncias críticas de detecção. Para que seja possível a identificação destas distâncias, faz-se necessário a determinação de figuras de mérito tais como o MRTD (Minimum Resolvable Temperature Difference), MTF (Modulation Transfer Function), NETD (Noise Equivalent Temperature Difference) e SITF

(Signal Transfer Function). Porém, tais dados exigem que o Controle Automático de Ganho (AGC – Automatic Gain Control) seja desligado, o que se torna inviável em diversos equipamentos comerciais. Pensando nesta inviabilidade técnica, o presente estudo analisou a influência da temperatura de referência de um segundo Corpo Negro durante a avaliação das características citadas e, conseqüentemente, avaliou o desempenho em distância de detecção para comparação.

## **METODOLOGIA DE MEDIÇÃO E TRATAMENTO DE DADOS PARA OBTENÇÃO DE ASSINATURA NO INFRAVERMELHO (AIV) DE HELICÓPTEROS**

*Luty Rodrigues Ribeiro (Instituto de Aeronáutica e Espaço)*

*Marcus Vinnicius de Q. S. A. Costa (Instituto de Aplicações Operacionais)*

*Eduarda de Proença Rosa Campos (Instituto de Aplicações Operacionais)*

*Guilherme Prado (Instituto de Aplicações Operacionais)*

*Rafael K. Fávero (Instituto de Aplicações Operacionais)*

*Francisco Sircilli (Instituto de Estudos Avançados)*

**Resumo:** O estudo da assinatura no infravermelho (AIV) de aeronaves toma cada vez mais relevância em um cenário de uso crescente de armamentos guiados no IV. Especificamente para as de asas rotativas, que realizam missões voando a baixa altura, tendo os chamados mísseis de ombro ou MANPADS como principal ameaça – armas que geralmente possuem guiamento infravermelho. A AIV é caracterizada pela intensidade radiante ( $W/sr$ ) emitida por todas as partes da aeronave em cada ângulo sólido de aspecto. Além disso, diversos fatores são considerados para a medição da AIV, tais como a transmitância atmosférica, a transmitância dos equipamentos de medição e a distância real entre a aeronave e os sensores. Este artigo descreve a metodologia de extração e análise de dados desenvolvida e utilizada para medição da AIV de helicópteros, no voo pairado e com velocidade operacional à frente, utilizando como equipamentos de medição um espectrorradiômetro e uma câmera termal.



## Sessão Técnica X

### RÁDIO DEFINIDO POR SOFTWARE E A INTEROPERABILIDADE TÁTICA DE C2

*Jorge Eduardo Calvelli (Centro de Análise de Sistemas Navais)*  
*Tomás de A. T. Botelho (Centro de Análise de Sistemas Navais)*  
*Carlos Augusto C. Carvalho (Instituto de Pesquisas da Marinha)*  
*Cícero Roberto Garcez (Instituto Militar de Engenharia)*

**Resumo:** O programa RDS-Defesa realiza pesquisa e desenvolvimento de soluções tecnológicas que implementem a interoperabilidade nas comunicações táticas das Forças Singulares (FS), bem como garantam a atuação, com liberdade de ação e segurança, no espaço cibernético. O projeto Interoperabilidade de Comando e Controle (InterC2) é um produto de software desenvolvido pelo o Centro de Análises de Sistemas Navais (CASNAV) para o Ministério da Defesa (MD) com o objetivo realizar a interoperabilidade entre os Sistemas de C2 das FS e os do MD. Este artigo apresenta uma proposta de interoperabilidade de Sistemas de Comando e Controle no nível tático, empregando a aplicação do Rádio Definido por Software (RDS) integrada ao Sistema de Planejamento Operacional Militar (SIPLOM) do MD via troca de mensagens através do Barramento de Comunicações.

### BIBLIOTECA DE SINAIS DIGITAIS EM HF PARA APLICAÇÕES EM MAGE

*Tiago de Faria (Instituto Nacional de Telecomunicações)*  
*Evandro César Vilas Boas (Instituto Nacional de Telecomunicações)*  
*Marcelo Carneiro de Paiva (Instituto Nacional de Telecomunicações)*

**Resumo:** A interceptação, identificação e análise de sinais digitais provenientes da comunicação de entidades hostis em ambientes de Guerra Eletrônica são de suma importância em operações táticas. Esta atividade necessita de uma biblioteca de sinais ampla, que relacione diversos parâmetros. Este trabalho propõe uma biblioteca de sinais digitais em HF (High Frequency) que relaciona parâmetros técnicos como número de tons, deslocamento entre portadoras, largura de banda, modulação, taxa de baud, rajada e pico ACF. Além disso, parâmetros não técnicos como a finalidade, localização e desenvolvedor do

protocolo e sua ocorrência de uso ou atividade são incorporados a esta biblioteca como um diferencial.

## **A INTEROPERABILIDADE NAS COMUNICAÇÕES DE DADOS POR MEIO DE RADIOFREQUÊNCIA EM HF**

*Márcio G. Ramos (Destacamento de Controle do Espaço Aéreo de Curitiba)*  
*Pablo P. Arraes (1º Esquadrão do 1º Grupo de Comunicações e Controle)*

**Resumo:** Os modernos sistemas militares de transmissão de dados no espectro de radiofrequência em HF (high frequency) possuem protocolos específicos para atender aos requisitos exigidos nos diferentes cenários dentro do teatro de operações militares conjunto e a interoperabilidade entre os equipamentos de diferentes fabricantes é um requisito relevante na estrutura de Comando, Controle, Comunicações, Computação, Inteligência, Vigilância e Reconhecimento (C4ISR). Com o objetivo de gerar a interoperabilidade entre os rádios de comunicações utilizados pelas Forças Armadas Brasileiras, a aplicação em software de computador HF Data Link Engine foi desenvolvida e este artigo descreve o padrão do protocolo de comunicações desenvolvido, aponta as características da camada física que permitem sua funcionalidade, bem como, apresenta o resultado dos testes de interoperabilidade entre os equipamentos de comunicações em HF utilizados no âmbito do Ministério da Defesa.

## Sessão Técnica XI

### MODELAGEM COMPORTAMENTAL PARA SIMULAÇÃO CONSTRUTIVA DE COMBATE ALÉM DO ALCANCE VISUAL

*André Negrão Costa (Instituto de Estudos Avançados)*

*Diego Geraldo (Instituto de Estudos Avançados)*

**Resumo:** Este trabalho propõe um modelo comportamental para a definição do momento de disparo de um míssil e da execução de manobras defensivas num cenário de combate aéreo além do alcance visual. Tal modalidade de combate tem como característica a necessidade de se tomar decisões baseando-se em informações oriundas de sensores, principalmente radares. Além disso, como as informações relativas aos sistemas da aeronave inimiga são, por vezes, desconhecidas, muitas das atitudes tomadas pelos pilotos se baseiam em crenças e estimativas com relação ao oponente. O modelo apresentado neste artigo se propõe a lidar com tais características, gerando comportamentos para entidades representadas num ambiente de simulação construtiva. Os resultados obtidos são exemplificados por meio de uma aplicação que mostra as principais fases do combate BVR, sendo desempenhadas por entidades que se comportam de acordo com o modelo proposto.

### BLOCKCHAINS AND SMART CONTRACTS FOR THE NETWORK-CENTRIC WARFARE

*Silvio Roberto A. de Oliveira Filho (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Fernando Rodrigues de Sá (Centro de Computação da Aeronáutica de SJC)*

**Abstract:** In the age of information, Network-Centric Warfare (NCW), a theory of war, is a concept of operations based on the sharing of information on the Battlefield. Blockchain, a recently proposed data structure and decentralized network has a variety of applications in warfare theory. Blockchain technology can improve the availability and integrity of data with its concept of work, a chain of blocks, that stores information which cannot be changed or erased. Bitcoin was the first and it is the most known blockchain and cryptocurrency, proposed by Sakamoto, in 2008, and has proven that it possesses the capability

to become a disruptive technology. In a private network, blockchain has strong security and in a public, it has an accessibility as a detached feature. Speed, costs and censorship are just some of the important aspects between licensed and public systems. We present the main features of this new technology and its defense applications in NCW, as well as its limitations. We present possibilities of blockchain application based on his features found in literature and suggest application, thus surmising that blockchain has a variety of possibilities in logistics, communication and in the military industries.

### **ANÁLISE BASEADA EM REDES COMPLEXAS PARA IDENTIFICAÇÃO DA ESTRUTURA DE COMANDO DE OPERAÇÃO MILITAR COMO FATOR DE ALTA VULNERABILIDADE**

*Silvio Roberto A. de Oliveira Filho (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*  
*Iran Victor Pinheiro Moura (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** Uma rede é uma representação das várias ligações entre objetos ou indivíduos que topologicamente se relacionam de modo não trivial. Em uma rede de comunicações, os objetos são os equipamentos rádios e as ligações as comunicações em si, que saem de um ponto a outro. A cadeia de comando e controle de uma operação militar necessita de uma estrutura de comunicações formada por elementos, postados em uma área a qual se deseja ocupar, que se comunicam por rádio. Em uma estrutura clássica militar, uma Brigada é uma grande unidade que se subdivide em postos de comando, regimentos, batalhões, entre outros. A identificação da estrutura do adversário possibilita obter vantagens em um conflito militar, como a identificação da posição geográfica do posto de comando, bem como das subdivisões da estrutura militar do inimigo. Nesse estudo, foram analisados os dados de comunicações de uma operação militar, com o intuito de verificar a possibilidade de identificação desses postos de comando e dos diferentes grupamentos militares, utilizando métricas e algoritmos de Teoria de Redes Complexas. Assim, demonstrou-se que analisando as comunicações, mesmo sem avaliar o conteúdo da mensagem, que pode ser considerado criptografado, foi possível a identificação de grande parte da cadeia principal de comando da Brigada, bem como a identificação de suas subdivisões, utilizando métricas e algoritmos de análise de redes complexas. Com o intuito de identificar as vulnerabilidades da estrutura de comunicações e

com isso, posteriormente serem criadas metodologias e doutrinas que considerem e tratem esse fator de risco em uma operação militar.

## Sessão Técnica XII

### EFEITOS DA RADIAÇÃO GAMA EM DOWN CONVERTERS FOTÔNICOS EM SENSORIAMENTO REMOTO

*André Paim Gonçalves (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*  
*Renan Miranda Richter (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*  
*Leandro da Silva Lopes (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*  
*Olympio Lucchini Coutinho (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** Este artigo pretende fazer uma breve análise da influência da radiação gama em dispositivos fotônicos empregados em radares embarcados em satélites de baixa órbita. Onde estes satélites com radar embarcado apresentam grande vantagem em relação aos de imageamento óptico. A operação de tais radares tem grandes implicações em um projeto desse tipo de satélite, tais como o consumo de energia, peso e o volume. Explorando essa necessidade, este trabalho buscou avaliar uma possível solução de RF em fotônica (down converter fotônico baseado em grade de Bragg) que poderia ser utilizada por conta da frequência de operação, banda e outras vantagens. Foi realizado um breve estudo da influência do ambiente cósmico no desempenho deste down converter. Foi verificado que a radiação gama pode causar um desvio de 50 pm na grade de Bragg e que isto poderia inviabilizar o seu uso.

## **A IMPORTÂNCIA DE DADOS POLARIMÉTRICOS PARA DETECÇÃO DE ALVOS ARTIFICIAIS NO MAR UTILIZANDO IMAGENS SAR**

*Leonan Entringer Falqueto (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Rafael Lemos Paes (Instituto de Estudos Avançados)*

*Ângelo Pássaro (Instituto de Estudos Avançados)*

**Resumo:** A detecção automática em imagens é essencial ao lidar com dados obtidos pelo SAR para vigilância de extensas áreas. Neste trabalho, procedeu-se a um estudo de caso em uma imagem com dois alvos de diferentes intensidades de retorno. Inicialmente, foi analisada cada banda Single Pol, apenas utilizando a informação de intensidade. Após, realizou-se uma decomposição polarimétrica, aproveitando toda a informação full pol, o que aumentou a possibilidade de detecção por ampliar a separação entre os alvos e o background, reafirmando a importância dos dados polarimétricos na detecção de alvos artificiais no mar.

## **ESTUDO DA INFLUÊNCIA DE OPERAÇÕES MORFOLÓGICAS EM MÉTODOS DE DETECÇÃO DE MUDANÇAS PARA IMAGENS SAR DE ALTA RESOLUÇÃO**

*Lucas P. Ramos (Universidade Federal do Pampa)*

*Victor I. A. Medeiros (Universidade Federal do Pampa)*

*Dimas I. Alves (Universidade Federal do Pampa)*

*Cristian Muller (Universidade Federal do Pampa)*

*Renato Machado (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** Este artigo apresenta um estudo sobre a influência de operações morfológicas em diferentes algoritmos de detecção de alvos para imagens de radar de abertura sintética (SAR) em banda VHF. Para o estudo consideraram-se um algoritmo proposto pela Swedish Defence Research Agency (FOI), uma variação aprimorada deste e um algoritmo iterativo. Para a utilização destes algoritmos fez-se uso de imagens obtidas pelo sistema SAR CARABAS II. Como métricas de avaliação dos algoritmos consideraram-se probabilidade de detecção, e a taxa de falsos alarmes. Como resultado, constata-se a influência das operações morfológicas e da geometria dos elementos estruturantes no desempenho dos algoritmos avaliados.

## Sessão de Pôsteres

### DISPERSÃO DE PULSOS GAUSSIANOS E SENOIDAIS EM GUIAS DE ONDA CARREGADOS COM UMA PLACA DE METAMATERIAL

*Joaquim Paulino Leite Neto (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais)*  
*Joaquim J. Barroso (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** O comportamento dispersivo de um guia de onda carregado com uma estrutura periódica de ressoadores de anéis fendidos (SRRs) é investigado usando-se um código no domínio do tempo de diferenças finitas e demonstra a existência de regiões de velocidade de grupo negativa, mesmo fora do intervalo de frequências de absorção ressonante. Tal dispositivo é projetado para exibir atraso de grupo negativo e índice de refração negativo em um intervalo de frequências 2,8-3,6 GHz, isto é, abaixo da frequência de corte (6,56 GHz) do guia de onda vazio. O efeito da velocidade de grupo negativa é demonstrado por simulações no domínio do tempo (Código CST) da propagação de pulsos gaussianos e senoidais modulados. É verificado que os pulsos senoidais afetam fortemente a dispersão tal que apenas num intervalo muito estreito de frequências próximas à frequência de ressonância magnética dos anéis pode-se obter velocidades de grupo negativas (3.35-3.365 GHz). Nas regiões de mais baixa frequência (2,8-3,3 GHz) pulsos senoidais são menos atenuados do que os pulsos gaussianos, mas apresentam muito maior distorção e apenas atraso de grupo positivo, ao passo que pulsos gaussianos mostram grandes atrasos de grupo negativo. O guia de onda examinado apresenta características de interesse uma vez que o sistema pode ser escalonado em frequências mais altas e mostra potenciais aplicações para compensar um atraso de sinal em sistemas de guia de onda mantendo-se um atraso de grupo constante para evitar a distorção do sinal.

## CHARACTERIZATION AND IDENTIFICATION RANGE PERFORMANCE IN THERMAL CAMERA USING IMAGE PROCESSING

*Raphael Efísio da Silva (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Augusto Cezar Gomes dos Santos (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Hélio Maciel Kiyohara dos Santos (Comando de Preparo)*

*Alvaro José Damião (Instituto de Estudos Avançados)*

**Abstract:** On remote sensing activities, the knowledge of thermal cameras capabilities is fundamental to guarantee image fidelity, quality and, consequently, contributes to the mission planning. Another important parameter that has to be taken in account is the target identification performance, in order to improve the mission results. The present study estimated the minimum resolvable temperature differential (MRTD) from the systems modulation transfer function (MTF) and noise equivalent temperature difference (NETD) of a commercial thermal camera, using specific image processing software. It was possible to propose a minimum identification distance of a desired target, in accordance with its temperature and spatial dimension.

## PROJETO PRELIMINAR DE UM WIG-C PARA TRANSPORTE DE TROPAS MILITARES NA HIDROVIA SOLIMÕES-AMAZONAS

*Rogério de Assis Dias Guahy (Universidade Federal de Minas Gerais)*

*Eduardo Bauzer Medeiros (Universidade Federal de Minas Gerais)*

**Resumo:** Este trabalho sintetiza o desenvolvimento e os resultados do projeto preliminar de um veículo com asa em efeito solo (WIG-C) apresentado como uma proposta alternativa para o transporte de tropas militares e operações em certos trechos da Hidrovia Solimões-Amazonas, afim de contribuir para a melhoria da mobilidade na região amazônica. Buscou-se nos vários trabalhos já desenvolvidos os conhecimentos relacionados à viabilidade de implementação comercial que contribuíssem para a elaboração das especificações e requisitos do projeto. Devido à escassez de informações das características técnicas específicas aos WIG-C, foram utilizados dados de diversos hidroaviões cujas características de carga paga são semelhantes às especificadas para o veículo projetado. Esta linha de ação possibilitou utilizar os critérios propostos nas



várias metodologias de projeto de aeronaves. O resultado obtido foi o projeto de um WIG-C clássico desenvolvido até a sua fase preliminar, onde foram abordados diversos conceitos de projeto aeronáutico e alguns outros conceitos de arquitetura naval, pois durante todas as fases de operação que antecedem à decolagem, o veículo pode ser tratado como uma embarcação de superfície que se desloca a variadas velocidades e está sujeito aos fenômenos hidrodinâmicos e hidrostáticos.

### **VORTEX SEARCH: UM AJUSTE DE PARÂMETROS PRELIMINAR E SUA APLICAÇÃO AO PROBLEMA DA DIETA VISANDO REDUZIR CUSTO DA ALIMENTAÇÃO DE TROPAS EM SITUAÇÃO DE COMBATE**

*Ângelo de C. Paulino (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Ângelo Pássaro (Instituto de Estudos Avançados)*

*Lamartine N. F. Guimarães (Instituto de Estudos Avançados)*

*Elcio H. Shiguemori (Instituto de Estudos Avançados)*

**Resumo:** Situações de Combate ensejam uma eficiente administração dos recursos e, em particular, os que dizem respeito à alimentação da tropa. Devido à natural escassez, os gêneros alimentícios podem sofrer muitas variações de preço e disponibilidade, o que pode, em última instância, prejudicar a alimentação e, conseqüentemente, a capacidade combativa da tropa. Para lidar com o problema de como suprir as necessidades nutricionais da tropa ao mesmo tempo em que se minimizam os custos, diante de uma realidade de contingências, métodos de otimização, tais como as meta-heurísticas, podem ser empregados. Contudo, os parâmetros de execução das meta-heurísticas – desconhecidos a priori – exercem grande influência no desempenho e na qualidade das soluções. Assim, este trabalho propõe um Ajuste de Parâmetros preliminar da meta-heurística Vortex Search e, em seguida, a aplicação desta ferramenta à resolução do Problema da Dieta Alimentar. Para o Ajuste de Parâmetros foram utilizadas Funções de Teste amplamente discutidas na literatura. Isto proporcionou a descoberta de parâmetros apropriados e possibilitou uma eficaz utilização da ferramenta, fato corroborado pelos expressivos resultados obtidos. Isto posto, viu-se que a metodologia empregada neste trabalho é adequada para solucionar o problema em tempo viável, alcançando custo menor que o obtido pelo emprego do método determinístico CPLEX.

## **TRANSMISSÃO DE SINAIS RADAR EM FIBRA ÓPTICA PARA MÚLTIPLAS ANTENAS, COM GERAÇÃO CENTRALIZADA E DISTRIBUIÇÃO REMOTA**

*Eduardo Mendes Marcondes (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*  
*Olympio Lucchini Coutinho (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** Este trabalho apresenta soluções para implantação de redes de emissores radar, dispostos remotamente em uma área, em um sistema de geração centralizada e distribuição dos sinais através do uso de tecnologia de radiofrequência (RF) em fotônica. Evidencia as principais vantagens da arquitetura proposta e propõe aplicações operacionais do sistema para cenários reais de guerra eletrônica.

## **DIMENSIONAMENTO DE ATUADOR PIROTÉCNICO PARA ESPOLETA DE BOMBA DE FINS GERAIS**

*Jhonata Christopher Minatti (Instituto de Aplicações Operacionais)*  
*Koshun Iha (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*  
*Elizabeth Yoshie Kawachi (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** Este trabalho tem por objetivo descrever o dimensionamento da quantidade de explosivo de um atuador pneumático a gás quente para o alinhamento do trem explosivo de uma espoleta para bombas de aviação. O grão explosivo das bombas de fins gerais é dessensibilizado de modo que só detone através da espoleta e esta, por sua vez, tem o trem explosivo desalinhado até o lançamento do artefato. Para dimensionar o atuador, primeiro, é calculado a quantidade de energia e de gás liberado na reação de decomposição pelas regras K-W. Em seguida, é calculada a temperatura de chama adiabática dos produtos gasoso. Com esses valores, é determinada a pressão dos gases através de uma equação de estados. E, por fim, é proposto um modelo para dimensionamento da quantidade de explosivo para o atuador em função da força de atuação.

## SUSCEPTIBILIDADE DE AERONAVES ÀS ARMAS DE MICRO-ONDAS DE ALTA POTÊNCIA

*Marcos Arend (AEL Sistemas)*

**Resumo:** As Armas de Energia Dirigida (AED), em especial as Armas de Micro-ondas de Alta potência (MAP) são ameaças crescentes às Aeronaves. Atualmente as MAP são uma das maiores áreas de interesse para analistas e desenvolvedores dos segmentos tecnológicos de defesa. As MAP já foram operacionalmente demonstradas e diversas empresas já as apresentam em seu portfólio de desenvolvimentos e produtos. O presente trabalho mitiga o potencial das MAP, seus possíveis efeitos sobre as aeronaves e as possíveis contramedidas. A aeronave C-95 em uso operacional pela Força Aérea Brasileira é modelada e analisada sua susceptibilidade aos efeitos de ondas eletromagnéticas MAP utilizando método numérico. Os resultados apontaram níveis de campo eletromagnético superiores aos níveis máximos especificados aos aviônicos.

### COMPARAÇÃO DE MÉTODOS PARA ESTIMAÇÃO DE LARGURA DE PULSO

*Bruna Luisa Ramos Prado Vasques (Instituto de Pesquisas da Marinha)*

*Aline de Oliveira Ferreira (Instituto de Pesquisas da Marinha)*

*Sergio Rodrigues Neves (Instituto de Pesquisas da Marinha)*

*Rafael Serra de Figueirêdo (Instituto de Pesquisas da Marinha)*

*Luiz Eugênio de Andrade Segadilha (Instituto de Pesquisas da Marinha)*

**Resumo:** A precisão e a robustez na medida dos parâmetros primários do pulso de um radar é de vital importância para a identificação e classificação de emissões eletromagnéticas em sistemas de MAGE (Medidas de Apoio à Guerra Eletrônica) e ELINT (Electronic Intelligence). No caso da largura de pulso, esta medida está relacionada diretamente ao perfil do pulso, definido principalmente por sua amplitude e seu formato. O perfil do pulso, no entanto, está sujeito a mudanças devido à idade do transmissor e manutenção do radar, que conduzem, invariavelmente, a diferenças de medidas em relação ao pulso teórico. Este trabalho apresenta a comparação de quatro métodos para estimação da largura de pulso, visando encontrar, como colaboração à

efetividade dos algoritmos de identificação e classificação, um método robusto para a medida desse parâmetro.

## **CIRCUITO CMOS DE MÁXIMO E MÍNIMO EM MODO CORRENTE PARA APLICAÇÕES FUZZY**

*Gabriel A. F. Souza (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Rodrigo B. Santos (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*P. M. S. R. Rizol (Universidade Estadual Paulista)*

*Lester A. Faria (Instituto de Estudos Avançados)*

**Resumo:** Este trabalho apresenta a arquitetura de um circuito analógico em modo corrente implementando funções de máximo e mínimo, a qual visa a aplicações de baixa potência que utilizem sistemas de inferência fuzzy, tanto do tipo-1 quanto do tipo-2. A topologia utilizada consiste em um circuito comparador, baseado em um amplificador diferencial, que determina qual das correntes oriundas de um espelho de corrente representa o valor máximo ou mínimo. O resultado da comparação, transformado em sinal digital, é utilizado para ativar ou desativar a saída dos espelhos de corrente correspondentes, evitando cópias desnecessárias e diminuindo o consumo de potência total do sistema nos casos em que mais de uma regra é ativada pelo mesmo antecedente. O circuito foi projetado utilizando tecnologia TSMC 0,18 $\mu$ m e os resultados da simulação e da análise de corner comprovaram a sua funcionalidade e robustez, mostrando ser este um circuito com elevado potencial para aplicações práticas em circuitos “Low Power”.

## **METODOLOGIA PARA AVALIAR O PADRÃO DE EXATIDÃO CARTOGRÁFICA EM ORTOMOSAICOS OBTIDOS POR MEIO DE AERONAVES PILOTADAS REMOTAMENTE COM OS APLICATIVOS E-FOTO E GEOPEC**

*Sérgio Roberto Horst Gamba (Universidade de Brasília)*

*Edson Eyji Sano (Universidade de Brasília)*

**Resumo:** Aeronaves pilotadas remotamente têm sido utilizadas como plataformas de baixo custo nas atividades de aerolevantamentos. O objetivo deste trabalho é apresentar uma metodologia para avaliar o padrão de exatidão cartográfica em um ortomosaico digital obtido por meio de uma aeronave

pilotada remotamente. A área de estudo está localizada na região de Itaipuaçu, no estado do Rio de Janeiro. A metodologia empregada neste trabalho foi dividida em quatro fases: planejamento e execução do voo; determinação dos pontos de apoio; geração do ortomosaico no programa E-Foto, com criação do projeto, orientação interior, orientação exterior, modelo digital de superfície e ortomosaico; e avaliação do ortomosaico, utilizando o método disponível no aplicativo GeoPEC. A análise da precisão planimétrica resultou nas escalas de 1:37000 (classe A), 1:21000 (B), 1:13000 (C) e 1:11000 (D). A precisão altimétrica resultou em curvas de nível de 16 m (A), 8 m (B), 7 m (C) e 6 m (D).

### **SISTEMA DE SUPERVISÃO E CONTROLE DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA E DEMANDA DE ENERGIA ELÉTRICA EM INSTALAÇÕES EMPREGANDO SMART METERS E REDE DE COMUNICAÇÃO HÍBRIDA WIRELESS**

*E. Fonseca (Universidade Estadual Paulista)*  
*V.H.P. Anjos (Universidade Estadual Paulista)*  
*D.H. Amaral (Universidade Estadual Paulista)*  
*G.S. Cordeiro (Universidade Estadual Paulista)*  
*N.S. Lima (Universidade Estadual Paulista)*  
*B. Malaguti (Universidade Estadual Paulista)*  
*F.E. Sales (Universidade Estadual Paulista)*

**Resumo:** A partir de proposta na chamada de P&D Estratégico nº 21/2016 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) foi iniciada em 2017 na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) pesquisa do projeto da Companhia Energética de São Paulo - CESP P&D 00061-0054/2016 para o desenvolvimento de inovadoras metodologias de gerenciamento de redes inteligentes (Smart Grid Management) empregando a análise de modelo preditivo, empregando um sistema híbrido de armazenamento de energia constituído por banco de baterias de íon-lítio e sistema de armazenamento em hidrogênio por eletrólise alimentado por um conjunto de plantas fotovoltaicas e torres com aerogeradores interconectadas como uma micro rede de energia. A pesquisa apresentada visa o desenvolvimento de sistemas integrados de geração distribuída de energia elétrica para monitoramento e controle de parâmetros de influência na eficiência da geração, realizado em amostragem contínua de forma a possibilitar um controle mais eficiente, conhecendo as peculiaridades comportamentais de demanda tanto em tempo real como

predictiva. O desenvolvimento de uma rede de medidores inteligentes integrados através de infraestrutura de comunicação com distintas tecnologias, incluindo PLC (Power Line Communications) e redes mesh wireless com diversas abordagens disponíveis adaptativas, como rádio definido por software, para atender aos requisitos de distância, relevo e infraestrutura física de instalações extensas. O registro e acesso a dados do projeto emprega um servidor de dados dedicado, com a disponibilização de ferramentas de visualização via internet amigável com dispositivos portáteis como tablets e smartphones. A pesquisa de eficientes tecnologias em geração, armazenamento e distribuição a partir de fontes de energia renovável RES (renewable energy sources) constitui importante etapa para a implantação de contínuo fornecimento de energia em uma rede de energia elétrica, em função da intermitência e instabilidade das RES fotovoltaicas e eólicas.

## SIMULAÇÃO INTEGRADA DE COMANDO E CONTROLE

*Manoel Pedro Sá (Centro de Análise de Sistemas Navais)*

*Tomás de A. T. Botelho (Centro de Análise de Sistemas Navais)*

*Jorge Eduardo Calvelli (Centro de Análise de Sistemas Navais)*

**Resumo:** A interoperabilidade entre sistemas de Comando e Controle - além da tradicional que integra Sistemas de Informação - pode, também, integrar simuladores. A simulação de cenários de Comando e Controle é imprescindível por questões de custos operacionais e treinamento e, em geral, ainda ocorre de modo isolado. Tanto cenários táticos quanto os estratégicos e operacionais podem ser integrados, porém a integração conjunta apresenta desafios. Neste trabalho apresentam-se os padrões internacionais de integração entre simuladores de C2 de múltiplos propósitos, as possibilidades de adoção destes padrões e um estudo prospectivo para a integração de simuladores das Forças Singulares, utilizando um Barramento de Comunicação em Arquitetura Orientada a Serviços.

## PERFORMING TRADE STUDIES: A MISSILE DEVELOPMENT INSTANCE BASED ON AGILE SYSTEMS ENGINEERING

*Renan Miranda Richter (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*  
*Olympio Lucchini Coutinho (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*  
*Luis Loures (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*  
*Jonas Fulindi (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Abstract:** This paper brings an overview of Agile Systems Engineering mainly focused on performing trade studies at the development of a missile. Agile methods generally promote a disciplined project management process that encourages frequent inspection and adaptation, teamwork, self-organization and accountability. Performing trade studies are a crucial instance in this type of process that by adopting some mathematical considerations the best requirements and solutions were achieved. Analyzing propellant candidates to a missile project and how to evaluate the effectiveness of each one, the work shows the tradeoff method, merging the best solutions to reduce project risk and improve quality of engineering data.

## UTILIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS DE FOGUETES DE SONDAGEM PARA O LANÇAMENTO DE CUBESATS

*Danton José Fortes Villas Bôas (Instituto de Aeronáutica e Espaço)*  
*Alison de Oliveira Moraes (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** Nos últimos cinco anos a quantidade de lançamento de micro-satélites e cubesats tem apresentado constante crescimento. Há previsões de lançamento de pelo menos 500 satélites desse porte por ano nos próximos cinco anos. Este trabalho apresenta um estudo de emprego de tecnologias, propulsores e subsistemas já desenvolvidos no programa brasileiro de foguetes de sondagem para aplicação em sistemas de lançamento orbital de micro-satélites e cubesats. São estudadas configurações de foguetes lançadores de pequeno porte para o acesso ao espaço com custo baixo e confiabilidade suficiente. Foi estudada a utilização dos veículos VL3 e VL4, desenvolvidos a partir dos foguetes suborbitais VSB-30 e VS-40 respectivamente, obtendo-se massas de carga útil de 8 a 11 kg para o VL3 e entre 23 a 35 kg para o VL4, para as órbitas estudadas neste trabalho. Os resultados mostraram-se promissores,

e novos estudos são indicados para o detalhamento das ideias propostas. Dois novos propulsores, com massa de propelente de 292 e 50 kg, necessitariam ser desenvolvidos para a aplicação nos estágios superiores dos veículos VL3 e VL4. As tecnologias envolvidas são acessíveis, conhecidas e já utilizadas no PEB, e os exemplos estrangeiros apresentados indicam uma opção a ser considerada.

## **ESTRUTURAÇÃO DA PROBLEMÁTICA DE DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS DE CT&I NAS INSTITUIÇÕES PÚBLICAS DE ENSINO SUPERIOR UTILIZANDO SSM**

*Adriana Martins Ribeiro (Instituto de Aeronáutica e Espaço)*

*Ademilton Grassiane dos Santos (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Amanda Cecília Simões da Silva (Instituto de Aeronáutica e Espaço)*

*Mischel Carmen Neyra Belderrain (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** O trabalho apresenta a aplicação do Soft System Methodology (SSM), um dos diversos métodos de estruturação de problemas (PSM), na análise de uma situação problemática referente ao desenvolvimento de projetos de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) em uma Instituição Pública de Ensino Superior. O objetivo foi identificar mudanças possíveis e desejáveis, e elencar ações que permitissem melhorar esta situação problemática.

## **APRESENTAÇÃO DE UMA FERRAMENTA DE APOIO À DECISÃO PARA AQUISIÇÃO INICIAL DE SOBRESSALENTES DE UM SISTEMA AEROESPACIAL COMPLEXO**

*Alexandre Dias Irigon (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Filipe Rodrigues de Souza Moreira (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Danilo Garcia Figueiredo Pinto (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Rodrigo Arnaldo Scarpel (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Fernando Teixeira Mendes Abrahão (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** A compra de um sistema aeroespacial complexo desenvolvido envolve uma série de negociações, desde o esclarecimento sobre as capacidades do sistema, até o início da entrega da primeira unidade. Uma dessas negociações é dada sobre a aquisição de sobressalentes para formar o estoque inicial que dará suporte aos primeiros anos de operação de tal projeto. Este trabalho busca



apresentar o emprego de uma regressão de Poisson, para elaborar um relatório de Avaliação Operacional, com o intuito de fornecer ferramentas ao tomador de decisão na mesa de negociação do contrato de aquisição de sobressalentes (spare parts). A distribuição de Poisson possibilita calcular a probabilidade de ocorrência de  $k$  falhas no sistema em um tempo determinado. Essa informação servirá de embasamento para que o tomador de decisão possa adquirir quantidades responsáveis de sobressalentes.

## **APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DO SUPORTE LOGÍSTICO INTEGRADO NA AQUISIÇÃO OU DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS AEROESPACIAIS COMPLEXOS**

*Leandro da F. Assumpção (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Sergio Rebouças (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Alexandre Dias Irigon (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Ariana Simoa Salvador (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Mayara Gomes Bovo (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Matheus Valentim Cornélio (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Fernando Teixeira Mendes Abrahão (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** O presente trabalho tem a finalidade de discorrer sobre a Metodologia do Suporte Logístico Integrado utilizada pela Defense Acquisition University (DAU) para delinear as ações necessárias, no que tange a suportabilidade de um produto/Sistema Complexo, durante o seu ciclo de vida. Dentre as diversas áreas de interesse que a metodologia aborda, o trabalho enfocará a Infraestrutura e Instalações (Infrastructure & Facilities), Suprimentos (Supply) e o Gerenciamento do Suporte ao Produto (Product Support Management) nas fases de Produção (Production), Serviço (In Service) e aposentadoria (Disposal) conforme a metodologia define. Para melhor ilustrar tais conceitos, será utilizado como cenário a aquisição de um helicóptero multimissão destinado ao emprego militar das três Forças Armadas: Marinha Exército e Força Aérea Brasileira. Ao final, foram destacadas vantagens e ganhos com a utilização da referida metodologia.

## **TEORIA DA EVIDÊNCIA DE DEMPSTER-SHAFER APLICADO A ANÁLISE DE RISCO NA CAPACIDADE DE ABSORÇÃO TECNOLÓGICA: UM ESTUDO DE CASO NA INDÚSTRIA AERONÁUTICA BRASILEIRA**

*Mayara Gomes Bovo (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Lígia Maria Soto Urbina (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Thiago Caliarí (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Moacyr Machado Cardoso Jr. (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** A busca por capacitação tecnológica pode promover desenvolvimentos importantes na cadeia produtiva, além de servir de apoio ao desenvolvimento tecnológico entre os agentes produtivos, científicos e institucionais, o que gera vantagem competitiva diante dos concorrentes, e um alto nível de incerteza sobre esse investimento. Diante disso, esse trabalho tem como objetivo analisar o sistema de gerenciamento de riscos na capacidade de absorção tecnológica. Portanto, foi aplicado um questionário para coletar dados primários de uma empresa no ramo da indústria aeronáutica brasileira, como método utilizou-se a Teoria da Evidência de Dempster-Shafer (TDS) a qual busca tratar a incerteza probabilística, essa abordagem facilita na redução de hipóteses a medida em que aglomera as evidências, ou seja, atribui-se valores de crença (Belief) a cada hipótese, além de permitir que cada conjunto seja associado a um intervalo de confiança, conhecido como plausibilidade (Plausability) a diferença entre Belief e Plausability é o intervalo de incerteza.

## **OPORTUNIDADES DE APLICAÇÃO DE BLOCKCHAIN E CONTRATOS INTELIGENTES NO DESENVOLVIMENTO DOS SISTEMAS CORPORATIVOS DO COMANDO DA AERONÁUTICA**

*Fernando Rodrigues de Sá (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Silvio Roberto A. de Oliveira Filho (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Ricardo Godoi Vieira (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Adilson Marques da Cunha (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** Blockchain está revolucionando o mercado de moedas digitais e o de transações financeiras. Porém, o blockchain não é apenas uma, e sim, a junção de diversas tecnologias, como: as redes distribuídas, criptografia, conexões ponto-a-ponto e teoria de consenso. Como uma nova tecnologia, há inúmeras

aplicações que ainda estão sendo desenvolvidas. O presente trabalho apresenta oportunidades de aplicação da tecnologia blockchain e de suas funcionalidades, como os Contratos Inteligentes, ou Smart Contracts, em Sistemas Públicos do Governo, mais especificamente os Corporativos do Comando da Aeronáutica (COMAER). A tecnologia por trás do Bitcoin, conhecida como blockchain, lançou novas oportunidades na rede mundial de computadores. Com a popularização do Bitcoin, novas criptomoedas surgiram, e com elas, novas funcionalidades foram dadas aos Contratos Inteligentes, que vão muito além da transação ponto a ponto de moedas digitais. Dentre essas funcionalidades, são apresentadas seis aplicações de Contratos Inteligentes. Dos diversos Sistemas Corporativos do COMAER, três deles são apresentados. Com isso, a partir de uma análise descritiva, são apresentadas as oportunidades de aplicação dos Contratos Inteligentes aos sistemas apresentados. A metodologia da pesquisa realizada no presente trabalho baseou-se na revisão da literatura, a qual foi realizada uma análise qualitativa da aplicação dessa nova tecnologia nos sistemas corporativos.

## **ANÁLISE DE SEGURANÇA STPA COMO GUIA NORMATIVO DA OPERAÇÃO DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS**

*Vicente Carvalho Lima Filho (Instituto de Aplicações Operacionais)*

*Lucas Alves Salles (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Sérgio Fugivara (Instituto de Aeronáutica e Espaço)*

*Carlos Henrique Netto Lahoz (Instituto de Aeronáutica e Espaço)*

*Alison de Oliveira Moraes (Instituto de Aeronáutica e Espaço)*

**Resumo:** Este trabalho apresenta uma análise de segurança utilizando a abordagem Systems-Theoretic Process Analysis (STPA) para Sistemas de Aeronave Remotamente Pilotada (RPAS), com vistas a identificar os principais aspectos de segurança a serem abordados pelas agências certificadoras durante as fases de projeto e operação e com o objetivo de apresentar o STPA como uma análise de segurança a ser utilizada com guia normativo para a operação de RPAS.

## **BENCHMARKING PARA PROJETO DE UM NANOSSATÉLITE DE COMUNICAÇÕES PARA O EXÉRCITO BRASILEIRO**

*Douglas Estevam Casale (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*  
*Jéssica Garcia de Azevedo (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*  
*Breno Aparecido Crucioi (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*  
*Hélio André dos Santos (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*  
*Jonas Bianchini Fulindi (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*  
*Luís Eduardo V. Loures da Costa (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** A região amazônica apresenta desafios ao estabelecimento de comunicações militares confiáveis. Meios convencionais para comunicações a longa distância na selva amazônica dependem da instalação de antenas repetidoras, o que pode atrasar missões ou comprometer o sigilo das operações. Novas possibilidades de solução para esta necessidade de comunicação surgiram com a evolução da tecnologia espacial, como os nanossatélites, que são menores, de menor custo e mais rápidos de desenvolver que os satélites convencionais. Assim, está em curso, no Centro de Inovação Espacial do Instituto Tecnológico de Aeronáutica, o desenvolvimento de um nanossatélite para atender às necessidades de comunicações do Exército Brasileiro na região amazônica. Sendo uma das etapas desse projeto, o benchmarking favorece a compreensão das tecnologias usadas em sistemas similares. Neste contexto, este trabalho apresenta o método e o estudo de caso aplicados ao benchmarking de um nanossatélite de comunicações em baixa órbita.

### **CMOS INVERTER BASED VOLTAGE LEVEL SENSOR**

*Nicholas Yukio Menezes Sugimoto (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*  
*Lester de Abreu Faria (Instituto de Estudos Avançados)*

**Abstract:** This article presents a novel voltage level sensor, which reads a voltage and checks whether its value is above an upper limit  $V_{max}$ , below a lower limit  $V_{min}$  or between both limits. Because of its CMOS inverter based architecture, it shows the advantages of low area cost and low power consumption and is particularly useful for checking whether a capacitor is fully charged, fully discharged or in process of charge. All these advantages lead to potential practical applications when compared with the voltage sensors based on

operational amplifiers, once the latter demands more transistors and thus more power. Circuit model, layout in TSMC 0.18 um technology and simulation results are presented.

## PLANO DE SUPORTE LOGÍSTICO PARA OPERAÇÕES DE INSPEÇÃO DE ATIVOS DE ENERGIA – SIAD AERO

*Alexandre Dominice (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*  
*Fernando Teixeira Mendes Abrahão (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*  
*Alexandre de Barros Barreto (Instituto de Controle do Espaço Aéreo)*  
*Ricardo Augusto Santos (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** O mercado global de soluções baseadas em drones ou aeronaves não tripuladas pode revolucionar a implantação, a operação e a manutenção das redes das empresas, reduzindo os custos do setor com a operação e manutenção da infraestrutura, como usinas, subestações elétricas, linhas de energia e plataformas avançadas. Para a nova operação das inspeções aéreas com este tipo de recurso é necessário desenvolver uma metodologia de suporte logístico para operação de RPA (Remotely Piloted Aircraft) e sistemas de comando e controle operados por uma empresa de distribuição de energia em sua área de concessão em atendimento à regulação da ANEEL para inspeção de ativos de energia elétrica.

## FGPA IMPLEMENTATION OF CRYPTOGRAPHIC ALGORITHMS AS ASYNCHRONOUS PIPELINE CIRCUITS

*Klederman Garcia (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*  
*Duarte L. Oliveira (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*  
*Gracieth C. Batista (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*  
*Leonardo Romano (Centro Universitário da FEI)*

**Abstract:** Currently, digital systems that are able to meet major security restrictions are increasingly being demanded, both in the military and in commercial areas. Data security can be achieved by cryptographic algorithms, which are subject to attacks, often using the clock signal to reveal the secret data. To deal with this major problem, the asynchronous paradigm presents interesting features, due to the lack of the clock signal, being an option for the

project of digital systems. In this paper, we introduce the pipeline style to implement an asynchronous cryptosystem. The cryptographic algorithms was chosen based on its simplicity and are called TEA (Tiny Encryption Algorithm). For its implementations, it was considered FPGAs (Field Programmable Gate Array) devices as target platforms. Comparing the proposed asynchronous pipeline design with synchronous and asynchronous designs, this one in the style AFSM (asynchronous finite state machine) with data-path, the proposal presented a performance (throughput) increase of up to 93 times.

## **AN ARCHITECTURE FOR IMPLEMENTATION OF SELF-TIMED COMBINATIONAL DIGITAL CIRCUITS FOR LOW-POWER DESIGN**

*Duarte L. Oliveira (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Orlando Verducci (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Vitor L. V. Torres (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Robson I. Moreno (Universidade Federal de Itajubá)*

*Leonardo Romano (Centro Universitário da FEI)*

**Abstract:** Digital circuit design demands critical requirements, such as power consumption, robustness, performance, etc, when it is implemented in VLSI (Very Large Scale Integration). The asynchronous paradigm presents interesting features aiming to solve for these critical requirements. An important class of the asynchronous paradigm is the so called QDI (Quasi Delay Insensitive) circuits that can also be used for critical requirements design. QDI circuits are interesting for critical applications because they are robust to noise, to temperature variations, to wire and gate delays and to supply voltage variation, having also low electromagnetic emissions. QDI combinational circuits are designed as a block of functions whose indicability shows the robustness of the circuit communication with the environment. This paper presents two architectures based on basic gates and an approach to the synthesis of the QDI functions blocks. The two new architectures were tested for a set of benchmarks and compared with the main architecture. Our proposal shows respectively a gain of up to 16.2%, 64.3%, 46.1% and 8.5% in time of latency, number of LUTs and power dynamic and static respectively.