



## **Formação técnica e científica de militares na Força Aérea Brasileira sobre assuntos ligados à Defesa com ênfase na engenharia.**

**Fábio B. L. Luiz** – [laureanofab@hotmail.com](mailto:laureanofab@hotmail.com), [laureanofbl@cindacta4.decea.gov.br](mailto:laureanofbl@cindacta4.decea.gov.br)

Destacamento de Controle do Espaço Aéreo de Tabatinga – DTCEA-TT

Estrada do Aeroporto, 14. Vila Militar da Aeronáutica

CEP 69.6400-000 – Tabatinga – Amazonas

***Resumo:** A formação técnica e científica em Guerra Eletrônica tomando como referência o Curso de Especialização em Análise do Ambiente Eletromagnético (CEAAE) realizado no ITA que segue pressupostos metodológicos como “top-down design” e “just in time” tendo em vista a sua aplicação a oficiais que lidam no setor técnico e operacional, mas que necessitam de conhecimentos tecnológicos e científicos aplicados diretamente à área operacional é abordada neste artigo com vistas a estimular a discussão sobre a educação técnica e científica voltada à defesa e fomentar uma participação maior e mais abrangente das instituições de ensino superior na cooperação de desenvolvimentos de tecnologias ligadas à defesa.*

***Palavras-chave:** Guerra eletrônica, CEAAE e AVAOP.*

### **1. INTRODUÇÃO**

Este artigo tem a pretensão de apresentar ao Congresso Brasileiro de Engenharia o estudo da engenharia voltado à Defesa, com aplicação direta na manutenção da soberania do Estado Brasileiro. Este texto é um capítulo de um trabalho de conclusão de curso de Especialização em Análise do Ambiente Eletromagnético (CEAAE) realizado pelo autor no ano de 2012 no ITA.

Portanto, de acordo com Givhan, hoje, como antes, líderes experientes munidos de educação técnica, dedicados à defesa, são essenciais para manter a supremacia militar (GIVHAN *et al.*, 2011).

### **2. CONTEXTUALIZAÇÃO DO CEAAE**

O Curso de Especialização em Análise do Ambiente Eletromagnético é uma pós-graduação “*Lato Sensu*” regulada pela Portaria nº 304/GM3 (BRASIL, 1998), de 07 de maio de 1998 que dentre os seus objetivos (CEAAE, 2008):

-Desenvolver concepções para utilização do espectro eletromagnético em ambientes de crise;

-Entender e explorar as interações eletromagnéticas que ocorrem entre sistemas, armamentos, plataformas e equipamentos num ambiente de crise;



-Solucionar problemas de natureza operacional ou técnica relativos a sistemas, armamentos, plataformas e equipamentos que direta ou indiretamente dependem da utilização do espectro eletromagnético; e

-Gerenciar de forma sistêmica as atividades relacionadas com a utilização do espectro eletromagnético.

A criação do referido curso vai ao encontro da Política de Defesa Nacional (PDN) adotada pelo governo brasileiro em 1996, que possibilitou a criação do Ministério da Defesa em 10 de junho de 1999, contém uma vertente dedicada à área de Ciência e Tecnologia com a seguinte finalidade: “Orientar o desenvolvimento dos sistemas ou setores de Ciência e Tecnologia das Forças Armadas, de modo a produzir oportunidade de aproveitamento do conhecimento obtido, em prol de interesses comuns das Forças nas áreas de pesquisa, de desenvolvimento, da capacitação tecnológica e fomento industrial, contribuindo, assim, para a consecução dos objetivos da Política de Defesa Nacional”. Portanto, notadamente entre 1996 e 10 de Junho de 1999, as atividades de Ciência e Tecnologia (C&T), das Forças Armadas foram organizadas objetivando alcançar um elevado nível de compatibilização, indispensável para o êxito da implantação da Política de C&T do Ministério da Defesa, em um período reduzido após a sua criação (OLIVEIRA, 2001).

Em virtude da participação, indispensável e com tendência crescente, do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), em atividades de ensino e pesquisa em áreas de interesse da Defesa, faz-se mister destacar que, a partir de 1998, foi celebrada uma cooperação acadêmica entre o ITA e o COMGAR - Comando-Geral de Operações Aéreas (OLIVEIRA, 2001), a fim de viabilizar a criação do CEAAE. Esta importante parceria entre o braço armado da Força Aérea Brasileira (COMGAR) e uma notável Instituição de Ensino Superior de Engenharia (ITA), também do Comando da Aeronáutica, ocorre tendo em vista que os oficiais aviadores, intendentes, infantes, engenheiros ou especialistas, em sua maioria, estão lotados no COMGAR, da mesma forma como os meios e as plataformas operacionais que empregam as tecnologias que utilizam o espectro e as interações eletromagnéticas. É importante ressaltar que a Marinha do Brasil e o Exército Brasileiro encontram amparo na portaria (BRASIL, 1998) para designação de oficiais de suas organizações, a fim de realizarem o curso.

O CEAAE é organizado em dois módulos: um módulo operacional, realizado no Grupo de Instrução Tática e Especializada (GITE), na Base Aérea de Natal (BANT), em Natal-RN, e um módulo técnico realizado no ITA, no Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA), em São José dos Campos-SP. Sendo que os alunos que realizam os dois módulos devem realizar um trabalho individual de conclusão de curso (TCC), de cunho científico, a fim de obtenção do certificado de Especialista em Análise do Ambiente Eletromagnético.

A figura abaixo apresenta a organização acadêmica do CEAAE de acordo com a portaria (BRASIL, 1998) de criação do Curso.

**Figura 1 – Organização Acadêmica do CEAAE**



Fonte: Brasil. Adaptado pelo autor.



A seguir é apresentada a tabela 1 que permite visualizar os números de especialistas em Guerra Eletrônica que a Força Aérea Brasileira dispõe, em virtude da consolidação do CEAAE.

**Tabela 1 – Número de Especialistas em Análise do Ambiente Eletromagnético**

		NÚMERO DE ESPECIALISTAS				
TURMA (ANO DE INÍCIO)	Empresas nacionais/Forças Armadas de outros países	AERONÁUTICA	EXÉRCITO	MARINHA	Total parcial/Ano	Total parcial/ Ano após Ano
1998	0	7	0	0	7	
1999	0	4	2	1	7	14
2000	0	8	1	1	10	24
2001	0	4	1	0	5	29
2002	0	11	1	3	15	44
2003	0	7	0	0	7	51
2004	2	4	1	0	7	58
2005	0	4	1	0	5	63
2006	0	4	1	3	8	71
2007	0	6	0	3	9	80
2008	0	3	0	0	3	83
2009	0	7	1	0	8	91
<b>2010*</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	91
2011	0	6	1	0	7	98
2012	0	5	0	1	6	104
<b>Total parcial</b>	<b>2</b>	<b>80</b>	<b>10</b>	<b>12</b>		
<b>TOTAL</b>		<b>* Não houve o CEAAE</b>				<b>104</b>

Fonte: Coordenação do CEAAE – Laboratório de Guerra Eletrônica – ITA.

Portanto, o CEAAE em seus quatorze anos de existência entrega ao Ministério da Defesa a sua contribuição no estudo de assuntos a ela afetos, com ênfase em conhecimentos



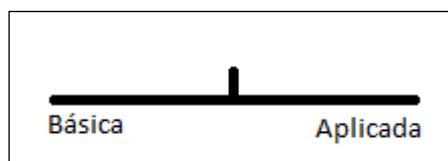
científicos necessários para o entendimento das tecnologias nos diversos tipos de plataformas que realizam o emprego de sinais eletromagnéticos. Os profissionais formados no CEAAE saem com a capacidade de analisar problemas complexos sob a óptica do método científico gerando TCCs que focam problemas reais da Força. Segundo Givhan: “Esses líderes hábeis e com conhecimento tecnológico estão prontos para encarar problemas difíceis. A influência desses líderes faz-se sentir até mesmo durante o período de estudos, quando se leva a cabo pesquisa relevante aos problemas atuais e futuros. Essa influência continuará a aumentar, quer seja nas Forças Armadas ou na indústria” (GIVHAN *et al.*, 2011).

## 2.1 Modelo de concepção

Os pressupostos que são seguidos na especialização em análise do ambiente eletromagnético, que são os conceitos: “*top-down design*” e “*just in time*” (OLIVEIRA, 2001). O primeiro pressuposto, além de assegurar que o currículo do CEAAE espelhe-se em uma organização de ensino de engenharia consolidada, também facilita a sua integração na estrutura funcional do ITA. Por outro lado, o segundo pressuposto estabelece o perfil operacional para as atividades didáticas, uma vez que os cursos são organizados para enfatizarem, em seus inícios, as características de sistemas ou dispositivos com uma visão funcional voltada para equipamentos de aplicações operacionais. Esta metodologia recebe a denominação de “*top-down design*”. Nesta abordagem de ensino, os conhecimentos científicos, nas áreas de eletromagnetismo, dispositivos eletrônicos, métodos matemáticos computacionais, etc., são apresentados de forma integrada com o objetivo de proporcionar aos especialistas a compreensão de procedimentos de projeto e medidas eletrônicas e optoeletrônicas. Adicionalmente, os conhecimentos e procedimentos científicos de cada curso são aprofundados somente quando são indispensáveis para a compreensão detalhada de informações específicas, isto é, “*just in time*” (OLIVEIRA, 2001).

Acrescenta-se a concepção do CEAAE sob a óptica de que a atividade científica não pode estar próxima de um dos pólos sem estar distante do outro (STOKES e MAIORINO, 2005), sendo os pólos a pesquisa básica e a pesquisa aplicada e o CEAAE no centro dessa representação no espaço unidimensional euclidiano.

**Figura 2 – Espectro estático básica-aplicada**



Fonte: Stokes.

Donald E. Stokes em: O Quadrante de Pasteur – a ciência básica e a inovação tecnológica (STOKES e MAIORINO, 2005) mostra que há uma tensão entre a pesquisa básica e aplicada. O CEAAE busca abordar as duas facetas, dado que o setor operacional das Forças Armadas lidará com tecnologias de ponta advindas da pesquisa aplicada, porém não é possível entender os resultados da pesquisa aplicada sem o entendimento dos conceitos da pesquisa básica. Por isso a metodologia “*top-down design*” e “*just in time*” fundamenta a forma de conduzir o CEAAE.

No entanto, Donald E. Stokes amplia o conceito unidimensional para um conceito mais abrangente para a interação entre a pesquisa pura e a pesquisa aplicada e estabelece o modelo



de quadrantes a qual expande o conceito unidimensional para o conceito bidimensional. Estes quadrantes são apresentados na figura 3, a seguir.

No qual o eixo vertical representa o grau com que um certo corpo de pesquisa procura estender as fronteiras do entendimento fundamental; o eixo horizontal, o grau com que a mesma pesquisa é guiada por considerações de uso (STOKES e MAIORINO, 2005). E, de acordo com a disposição desses quadrantes pode-se entender a concepção do CEAAE, a qual está estruturado no quadrante de Pasteur onde há elevado potencial de consideração de uso (setor operacional – COMGAR) e há a busca pelo entendimento fundamental com ênfase em determinada aplicação operacional (setor acadêmico – ITA). Os pressupostos metodológicos “*top-down design*” e “*just in time*” novamente encontram amparo nessa abordagem do quadrante de Pasteur, sendo que este modelo de quadrantes é mais amplo e estabelece uma relação mais apropriada com o CEAAE, devido ao seu dinamismo em relação ao modelo apresentado na figura 2 que é uma representação unidimensional.

**Figura 3 – Modelo de quadrantes da pesquisa científica (STOKES e MAIORINO, 2005).**

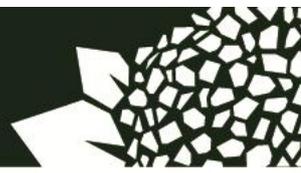


Fonte: Stokes.

## 2.2 Produtos advindos

Os profissionais que já realizaram a especialização atuam direta ou indiretamente na avaliação operacional para emprego de plataformas de combate, equipamentos embarcados ou não-embarcados e sistemas que empregam itens bélicos ou fazem uso do espectro eletromagnético.

Avaliação Operacional (AVAOP) é definida como “processo pelo qual se avaliam a Eficiência Operacional e a Adequabilidade Operacional de um sistema. Sua condução



provê informações sobre organização, requisitos de pessoal, doutrina e táticas, bem como sobre as instruções operacionais, a documentação de software, publicações e guias de manutenção do sistema. Esse processo é realizado com a participação de operadores e pessoal de manutenção e estende-se por todo ciclo de vida do sistema, desde os estágios iniciais de concepção, até a ampliação da vida útil (modernização). O ambiente de teste tem que ser operacionalmente realístico e incluir, sempre que possível, as contramedidas inimigas” (CASTRO, 2007).

Dentre as principais contribuições relacionadas à atuação desses profissionais destacam-se as participações nas seguintes avaliações operacionais (CASTRO, 2007):

- Sistema NCOM da aeronave R-99;
- RWR ELT 156-X da aeronave A-1;
- Radar ERIEYE da aeronave R-99A;
- Comportamento do míssil Python 3 frente a despistadores do tipo flare;
- Sistema MAGE da aeronave P-95 (DR 3000 e DR 2000);
- Sistema Direction Finding em HF aer embarcado na aeronave R-99; e
- Emprego de chaff contra radares Diretores de Tiro por aeronaves A-1.

Portanto, segundo Castro a atuação desses profissionais nas avaliações operacionais listadas acima tem contribuído para que a FAB seja capaz de agir proativamente na aquisição de novas aeronaves, sistemas e equipamentos.

Não há intenção de esgotar o assunto a respeito de todos os produtos e soluções advindos dos trabalhos realizados pelos formandos do CEAAE ou de suas participações em campanhas de avaliações operacionais nos esquadrões de aviação, pois estão disponíveis para consulta na biblioteca do ITA os trabalhos produzidos no CEAAE e, também no programa de pós-graduação em aplicações operacionais – PPGA. No entanto, a intenção é a de apresentação de amostras significativas de que a formação técnica e científica em Guerra Eletrônica através do binômio ITA-COMGAR tem construído massa crítica nos assuntos pertinentes à Defesa.

Os trabalhos desenvolvidos com o equipamento Simulador de Sinais Radar TS-100+ Excalibur é mais um significativo exemplo que recebe destaque. Devido ao fato de que após a sua chegada ao Laboratório de Guerra Eletrônica do ITA, que trabalhos passaram a ser produzidos e publicados com a utilização deste equipamento. Tanto no CEAAE com a concepção de emprego conforme o quadrante de Pasteur, ou seja, levando-se em conta as considerações de uso e a busca do entendimento fundamental para compreender a aplicação operacional do referido equipamento, tanto no seu emprego nas avaliações operacionais (CASTRO, 2007) após o domínio de suas potencialidades.

Devido à equipagem de aeronaves das Forças Armadas com receptores embarcados de Guerra Eletrônica, a partir da década de oitenta, houve um aumento significativo da necessidade de testar, calibrar, avaliar e compreender a operação desses sensores, associado a um crescimento da demanda por treinamento dos operadores de guerra eletrônica envolvidos. Com o objetivo de suprir essas necessidades, a Força Aérea Brasileira adquiriu o equipamento Simulador de Sinais Radar TS-100+ Excalibur, sendo esse instalado inicialmente na Base Aérea de Salvador. Em 1998, o TS100+ Excalibur foi transferido para o Laboratório de Guerra Eletrônica do ITA



(LabGE) com objetivo de estender o seu emprego também em atividades de ensino e de Pesquisa & Desenvolvimento (P&D). Desde então, o LabGE tem empregado o TS100+ Excalibur em atividades de ensino e pesquisa em Guerra Eletrônica nos cursos de Especialização em Análise em Ambiente Eletromagnético (CEAAE), no programa Pós-Graduação em Aplicações Operacionais (PPGAO) e demais cursos de pós-graduação do ITA (IVO *et al.*, 2008).

**Fig. 1.4 - Gerador de Ameaças TS-100+ Excalibur** <sup>[19]</sup>



Fonte: Ivo.

### 2.3 A importância do ensino na área de Guerra Eletrônica

A Força Aérea Brasileira se lançou em 1998 na Busca de Excelência (COELHO, 2009), capacitando militares e civis para o exercício de atividades de análise, síntese, avaliação, pesquisa e desenvolvimento de concepções, métodos, modelos, conceitos táticos, procedimentos e tecnologias, todas relacionadas com aplicações operacionais. Segundo Coelho, o Curso de Especialização em Análise de Ambiente Eletromagnético (CEAAE) foi o passo inicial desse processo, que hoje conta também com o Programa de Pós-Graduação em Aplicações Operacionais (PPGAO).

Em seus quatorze anos de atuação na exploração de ciência e tecnologia (C&T) o CEAAE tem se consolidado, haja vista o seu modelo de concepção que foi profundamente estudado pelos professores do ITA e militares do COMGAR, a fim de que fosse incorporado à FAB como uma pós-graduação “*Lato Sensu*”, logo a sua importância no ensino da guerra eletrônica no Brasil, o que propicia a formação de oficiais das três forças armadas, de acordo com um modelo “*sui generis*” em consonância com a PDN.

“Orientar o desenvolvimento dos sistemas ou setores de Ciência e Tecnologia das Forças Armadas, de modo a produzir oportunidade de aproveitamento do conhecimento obtido, em prol de interesses comuns das Forças nas áreas de pesquisa, de



desenvolvimento, da capacitação tecnológica e fomento industrial, contribuindo, assim, para a consecução dos objetivos da Política de Defesa Nacional (OLIVEIRA, 2001)”.

A natureza sofisticada de C&T exige a atenção de especialistas. Do mesmo modo que requer muitos anos de experiência tornar-se um piloto da Força Aérea, explorar a área de C&T de maneira apropriada exige profissionais com muitos anos de estudo e experiência de pesquisa (BEASON, 2001).

Os módulos operacional e técnico do CEAAE são o início dessa formação na área de Guerra Eletrônica e os oficiais após concluírem a especialização, em sua maioria, retornam as suas atividades operacionais nas suas OMs de origem, agregando e disseminando conhecimento científico nas atividades por eles desempenhadas, quer seja na atividade aérea ou em outra atividade de cunho técnico.

Entretanto, segundo Beason, esses profissionais não podem ser isolados do processo de aquisição dos equipamentos de defesa. Eles devem estar envolvidos neste processo e precisam ter a formação técnica adequada para fazê-lo. Eles precisam ser oficiais tecnicamente competentes e capazes de compreender e influenciar *todas* as fases do ciclo de aquisição de materiais para o Comando da Aeronáutica, a fim de se comprar o que realmente é necessário e extrair o máximo do desempenho dos sistemas daquilo que foi adquirido.

Portanto, a importância do ensino na área de guerra eletrônica aliado a assuntos de C&T com vistas à Defesa exige formação continuada em guerra eletrônica, análise operacional, estudo do emprego do armamento aéreo, etc para que se tenham militares participando ativamente, com conhecimento de causa, nos processos de aquisição e avaliações operacionais de sistemas eletrônicos embarcados, itens bélicos e plataformas aéreas, marítimas e terrestres que fazem emprego de ondas eletromagnéticas e suas interações. Estas atuações nas últimas décadas vêm ocorrendo na FAB, como ocorreu na implantação do 2º/6º Grupo de Aviação, na Base Aérea de Anápolis (BAAN), Anápolis-GO, tendo em vista o emprego das Aeronaves E-99 e R-99, no processo de aquisição das Aeronaves P-3AM sediadas no 1º/7º Grupo de Aviação, na Base Aérea de Salvador (BASV), Salvador-BA e ocorre no processo de aquisição do módulo *Skyshield* para ser implementado nas aeronaves A-1M.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresenta a participação da Força Aérea Brasileira através do Instituto Tecnológico de Aeronáutica na formação de militares com conceitos técnicos e científicos, alicerçados nos fundamentos da engenharia em prol do desenvolvimento tecnológico das Forças Armadas. Entre tantos exemplos que existem nas Forças Armadas este artigo teve-se a apresentar a formação técnica e científica em Guerra Eletrônica tomando como referência o Curso de Especialização em Análise do Ambiente Eletromagnético (CEAAE) realizado no ITA que segue pressupostos metodológicos como “*top-down design*” e “*just in time*”.

#### *Agradecimentos*

Aos militares, professores e servidores do ITA que atuam direta ou indiretamente na condução das atividades curriculares do CEAAE pelo exemplo de dedicação, de empenho e de ideal, com vistas à Defesa da Pátria.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### *Livros:*

STOKES, D.E.; MAIORINO, J. E. O quadrante de Pasteur: a ciência básica e a inovação tecnológica. Campinas: Universidade Estadual, c2005. 246 p. (Clássicos da inovação). ISBN 85 268 0702 1.

### *Artigos de periódicos:*

BEASON, J. Douglas. A necessidade de guerreiros técnicos. Air & Space Power Journal, 3º. Trim.2001. ISSN 1555-3825. Edição em português.

CASTRO, Davi Rogério da Silva. Avaliação Operacional: Ano Cinco. Spectrum - Revista do Comando-Geral de Operações Aéreas, Brasília, DF, n. 10, p.7-9, março 2007.

CEAAE. Spectrum - Revista do Comando-Geral de Operações Aéreas, Brasília, DF, n. 11, p.10, Set. 2008.

COELHO, Alexandre Camacho. Excelência escolar e formação continuada em guerra eletrônica na Força Aérea Brasileira. Revista da Universidade da Força Aérea - UNIFA, Rio de Janeiro, v. 22, n. 25, p.24-34, dez. 2009.

GIVHAN, Walter D.; TRIAS, Eric D.; ALLEN, William H. [Air Force Institute of Technology – AFIT]: A Importância da Educação Técnica Dedicada à Defesa. Air & Space Power Journal, Maxwell, AL, v. 4, p.27 – 33. Trim., 2011. ISSN 1555-3825.

OLIVEIRA, José Edimar Barbosa. Estratégia de ensino e pesquisa em guerra eletrônica no ITA. Spectrum - Revista do Comando-Geral do Ar, Brasília, DF, n. 4, p.8-14, Nov. 2001.

### *Monografias, dissertações e teses:*

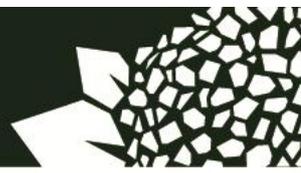
LUIZ, Fábio Barbosa Laureano. INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA, São José dos Campos. Levantamento de requisitos nas disciplinas de Matemática e de Física para discentes do CEAAE e proposta de implantação de um curso a distância para prover aos alunos estes conhecimentos. 2012. 72 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso (*Lato Sensu*).

### *Trabalhos em eventos*

IVO, Felipe S. et al. Emprego do gerador de ameaças de sinais radar TS-100+ Excalibur em pesquisa, desenvolvimento e avaliações operacionais em áreas de guerra eletrônica. In: SIMPÓSIO DE GUERRA ELETRÔNICA, 10, 2008, São José dos Campos. Anais... São José dos Campos: ITA, 2008.

### *Documentos oficiais:*

BRASIL. Portaria Nº 304/ GM3. Cria, no Instituto Tecnológico de Aeronáutica, o Curso de Especialização em Análise de Ambiente Eletromagnético - CEAAE, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Ministério da Defesa, Brasília, DF, 08 de maio de 1998. Seção 1, p. 70.



**Technical and scientific training of military personnel in the Brazilian Air Force on matters related to defense with an emphasis on engineering.**

***Abstract:** The technical and scientific training in Electronic Warfare by reference to the Specialization Course Analysis of Electromagnetic Environment (CEAAE) held at ITA following methodological assumptions as "top-down design" and "just in time" with a view to their application to officers who deal in the technical and operational fields is addressed in this paper in order to stimulate discussion on the technical and scientific education and encouraging greater participation institutions of higher education in the development cooperation of technologies related to defense.*

***Key-words:** Electronic Warfare, CEAAE e AVAOP.*