

revista da

UNiFA

UNIVERSIDADE DA FORÇA AÉREA v.23 n.28 junho 2011
Uma Visão Multidisciplinar do Poder Aeroespacial



**Complexo do Campus da Universidade da Força Aérea
Local de competição dos 5º Jogos Mundiais Militares - CISM**



Revista da UNIFA
Publicação Semestral
Volume 23 Número 28, Jan - Jun 2011

Diretor:

Maj Brig Ar Stefan Egon Gracza

Editor Chefe:

Ten Cel Av Paulo Henrique Mendonça Rodrigues

Editor Científico:

Ten Cel Av Marcos Jorge Alves Gemaque

Secretaria Geral:

2º Ten QCOA MLE Vanessa Correa Costa

Coordenação de TI:

Ten Cel Av R1 Washington Jatobá de Matos Menezes

Editores Especializados:

Brig. Ar Roverson Willian Milker Figueiredo

Cel Av Hélio Rodrigues Santos Filho

Cel Av Daniel Jorge Luz Vasconcellos

Cel Av Eli Torres Alves

Cel Av R1 Márcio Rocha

Cel Av R1 Hamilton Antonio Machado

Ten Cel Av Paulo Henrique Mendonça Rodrigues

Ten Cel Av Valdir Eduardo Tuckmantel Codinhoto

Ten Cel Av Marcos Jorge Alves Gemaque

Ten Cel Av Marcelo Celso Mendonça Bessa

Ten Cel QFO Ped Maria Luiza Cardoso

Ten Cel Av Jeronimo Jorge Braga Vilela

Revisão Metodológica:

Cel Av Mauro Barbosa Siqueira

Ten Cel Inf Luiz Carlos Fumiaki Miwa

Ten Cel Av Marcos Jorge Alves Gemaque

Ten Cel QFO Ped Maria Luiza Cardoso

1º Ten QCOA Ped Marta Maria Telles

Prof.ª Maria José Machado de Almeida

Prof.ª Maria Célia Barbosa Reis da Silva

Prof.ª Patricia de Oliveira Mattos

Prof.ª Andrea Costa da Silva

Prof.ª Claudia Maria Sousa Antunes

Prof.º Bruno de Melo Oliveira

Prof.º Eduardo Sol Oliveira da Silva

Revisão Técnica:

1ª Ten QCOA BIB Solange Francisca Mazzaroto

1ª Ten QCOA BIB Rosângela Marques de Souza

1ª Ten QCOA BIB Priscyla Patrício de França

2º Ten QCOA BIB Eduardo Lara Leitão

2º Ten QCOA BIB Aline Ferrari de Miranda Freitas

Revisão Textual:

2º Ten QCOA MLE Vanessa Correa Costa

2º Ten QCOA MLE Zulmira Basílio Costa de Araujo

SO SAD Dejaré de Azevedo Fernandes Junior

Prof.ª Maria Célia Barbosa Reis da Silva

Prof.ª Maria José Machado de Almeida

Prof.º André da Costa Gonçalves

Prof.ª Livia Aparecida de Almeida e Sousa

Prof.ª Flávia Guarani Pereira da Silva

Prof.ª Fabiana da Cunha Ferreira

Prof.ª Márcia Santiago Duarte Carqueijeiro

Prof.ª Luciana dos Santos de Andrade

Prof.ª Débora Kelly Torres

Prof.ª Catarina Labouré Madeira Barreto Ferreira

Prof.ª Andreza Barboza Nora

Prof.ª Claudia Maria Sousa Antunes

Conselho Editorial Científico:

Ana Rafaela Pecora (UFMT, MT)

Afonso Farias de Souza Junior (UNB, DF)

Armando Albertazzi Gonçalves Júnior (UFSC, SC)

Augusta Porto Avelle (CEFET, RJ)

Carolina Netto Rangel (UFRJ, RJ)

Daisy Clecia Vasconcelos da Silva (UFRN, RN)

Edelvio de Barros Gomes (UFRJ, RJ)

Estélio Henrique Martin Dantas (UNIRIO, RJ)

Eurico de Lima Figueiredo (UFF, RJ)

Fernando de Souza Costa (INPE, SP)

Gustavo Daniel Donatelli (UFSC, SC)

Joel de Lima Pereira Castro Junior (UFF, RJ)

José Fernandes Filho (UFRJ, RJ)

Josué Morisson de Moraes (BENETT, RJ)

Koshun Iha (ITA, SP)

Luís Caetano Martha Antunes (UBC, CANADA)

Luiz André Felizardo Silva Schlittler (UFRJ, RJ)

Luzenira Alves Brasileiro (UNESP/FEIS)

Marco Antonio Guimarães da Silva (UFRJ, RJ)

Marco Campello (NYU, EUA)

Maria Célia Barbosa Reis da Silva (UNIFA, RJ)

Maria Luiza Cardoso (UNIFA, RJ)

Paula Roquetti Fernandes (CEAF, RJ)

Pedro Celso Gagliardi Palermo (CISM, BELGICA)

Rafael Soares Pinheiro da Cunha (FIOCRUZ, RJ)

Rita de Cássia Mendonça de Miranda (UFPE, PE)

Wilson Fernando Nogueira dos Santos (INPE, SP)

Diagramação, Capa e Ilustração:

3S QESA SDE Jairo de Paula Baptista

CB SAD Luís Paulo Ferreira Dias Junior

Desenvolvimento Web:

2S BET Gildson Guilherme Caetano da Silva Filho

2S BET Filipe Estrela Nunes

S1 SAD Paulo Ricardo Vitorino Fiuza da Cunha

Impressão:

SAB-4 Marketing, Comunicação e Cultura Ltda Me.

Tiragem:

1.000 exemplares

Distribuição:

Gratuita e por permuta



REVISTA DA UNIFA

Uma Visão Multidisciplinar do Poder Aeroespacial

v. 23 n. 28 Junho 2011

Rio de Janeiro - RJ

Rev. UNIFA	Rio de Janeiro	v. 23	n. 28	p. 01-152	jun. 2011
------------	----------------	-------	-------	-----------	-----------

A Revista da Universidade da Força Aérea (UNIFA) utiliza o Sistema Eletrônico de Editoração de Revistas – SEER Disponível também em <http://www.revistadaunifa.aer.mil.br>.

Direitos e Permissão de Utilização

Os textos publicados na revista são de inteira responsabilidade de seus autores.
Permite-se a reprodução desde que citada a fonte e o autor.

Indexed in / indexado em: **Google Scholars**
Latindex
Military and Intelligence Database (Gale Group)
Public Knowledge Project

Catálogo na fonte
Biblioteca da UNIFA

Revista da UNIFA / Universidade da Força Aérea. – Ano 1, n.1
(23 out.1985) - ano 21, n. 25 (dez. 2009); [nova ser.], v. 23, n.28 (jun. 2011)
- Rio de Janeiro: Universidade da Força Aérea, 1985-

Semestral.

A partir de junho de 2010 numerado como volume.

ISSN 1677-4558 : Distribuição gratuita e por permuta

1. Força Aérea - Brasil - Periódicos. 2. Aeronáutica - Brasil. 3. Poder
Aeroespacial. I. Universidade da força Aérea.

CDU 355.354(81)(05)

2011

Impresso no Brasil

Printed in Brazil

Editorial / Editorial / Editorial	5
--	---

ESPAÇO ABERTO / FREE SPACE / ESPACIO ABIERTO

Centro de Estudos Estratégicos da Universidade da Força Aérea: uma análise crítica sob a perspectiva da Estratégia Nacional de Defesa

Coronel Aviador Mauro Barbosa Siqueira	6
--	---

ARTIGOS / ARTICLES / ARTÍCULOS

ORIGINAL / ORIGINAL / ORIGINAL

Uma Solução para o Problema de Roteirização de Veículos com Coleta e Entrega Simultâneas no Contexto da Força Aérea Brasileira

A solution for the vehicle route problem with simultaneous delivery and collecting in the Brazilian Air Force context

Una solución para el problema de enrutamiento de vehículos con recolecta y entrega en el contexto de la Fuerza Aérea Brasileña

Major Especialista em Fotografia Antonio Celio Pereira de Mesquita	10
--	----

Avaliação de Desempenho na FAB

Performance Assessment in the FAB

Evaluación de Desempeño

Tenente Especialista em Serviços Administrativos José Ricardo Honório da Silva	23
--	----

A compatibilidade entre o conceito de uniforme de combate da Força Aérea Brasileira e os ambientes operacionais prospectados pela Estratégia Nacional de Defesa

The compatibility between the concept of the Brazilian Air Force battle uniforms and the performance environments prospectated by the National Defense Strategy

La compatibilidad entre el concepto de uniforme de combate de la Fuerza Aérea Brasileña y ambientes operativos prospectados por la Estrategia Nacional de Defensa

Capitã Intendente Fernanda Maria Andrade Bittencourt	34
--	----

O Padrão Operacional 3 e a Fluidez do Aeroporto Internacional do Galeão em 2009

The Operational Level 3 and the flow of Galeão International Airport in 2009

El Patrón Operacional 3 e la Fluidez del Aeropuerto Internacional de Galeão en el Año de 2009

Capitão Especialista em Controle de Tráfego Aéreo Juarez Franklin Gouveia	44
---	----

Planejamento versus Execução: uma análise das missões de VC-2 sob o aspecto da fadiga de voo

Planning vs. Execution: an analysis of VC-2 missions from the point of fatigue in flight

Planificación versus Ejecución: Un análisis de las misiones de VC-2 bajo el aspecto de la fatiga de vuelo

Capitão Aviador João Gustavo Lage Germano	56
---	----

Impacto das Parametrizações de Camada Limite Planetária do MM5 na Previsão de Ventos em Baixos Níveis

Impact of the MM5 Planetary Boundary Layer Parameterizations on Wind Forecast at Low Levels

Impacto de las Parametrizaciones de la Capa Límite Planetaria del MM5 en la Previsión de Vientos en Bajos Niveles

Capitão Especialista em Meteorologista Gerson Luiz Camillo 67

A Influência dos Projetos Básicos nos Processos Licitatórios

The influence of the Basic Projects in the bidding processes

La influencia de los proyectos básicos en los procesos de licitación

Tenente Coronel Intendente Marcelo Antenuzzi de Almeida 80

Teor Nutricional de Lanches de Bordo na Força Aérea Brasileira

Nutrition facts of the meals on board in the Brazilian Air Force

Valor nutricional de meriendas de borde en la Fuerza Aérea Brasileña

Capitão Aviador Régis Vinícius Silva Barreto 94

ATUALIZAÇÃO / UP DATING / ACTUALIZACIÓN

Aplicação da Nanotecnologia em Projetos Espaciais no Âmbito do Comando da Aeronáutica

The application of nanotechnology in space projects in the Air Force Command

La aplicación de la Nanotecnología en proyectos espaciales en el ámbito del Comando de la Aeronáutica

Tenente Coronel Aviador Cláudio Olany Alencar de Oliveira 107

ESTUDO DE CASO / CASE STUDY / ESTUDIO DE CASO

A Inovação Tecnológica e a Criação do Conhecimento Organizacional

The Technological Innovation and the Creation of the Organizational Knowledge

La innovación tecnológica y la creación del conocimiento organizativo

Tenente Coronel Aviador Paulo Ricardo da Silva Mendes 124

O Processo de Adaptação Estratégica de uma Organização Militar: um estudo de caso na Base Aérea de Santa Maria

The Strategic Adaptation's Process of a Military Organization: a case study in the Santa Maria's Air Base

El proceso de adaptación estratégica de una organización militar: un estudio de caso en la Base Aérea de Santa Maria

Capitão Intendente Rodrigo Antônio Silveira dos Santos 138

NORMAS PARA PUBLICAÇÃO DA REVISTA DA UNIFA 150

Perfeitamente integrada não só ao meio acadêmico militar, mas também ao meio civil, a Revista da UNIFA, somatório de esforços coletivos de seu Corpo Editorial, no sentido de proporcionar uma leitura agradável e substantiva, traz artigos de caráter multidisciplinar que abordam tanto questões referentes à arma aérea, quanto assuntos ligados a interfaces com o poder aeroespacial. Pela constatação de que a Revista encontra-se hoje no patamar de veículo de divulgação da produção científica não só das instâncias militares, mas também de instituições externas ao Comando da Aeronáutica - um patamar almejado há tantos anos - é nosso intento sedimentar cada vez mais esse processo com a permanente e crescente divulgação de pesquisas que, de fato, contribuam para a ampliação do conhecimento filosófico, científico, militar e para o enriquecimento da comunidade aeroespacial e científica em geral. Na ratificação do cunho multidisciplinar da Revista, esta edição traz, sem meandros, artigos que versam desde parametrizações de voos a avaliações de desempenho, bem como concepções do uniforme de combate e a aplicação de nanotecnologia.

Assim, com a “cultura da publicação” já plenamente integrada aos objetivos curriculares das escolas de pós-graduação vinculadas à Universidade da Força Aérea, a Revista da UNIFA apresenta-se como um espaço privilegiado à disseminação dos saberes produzidos nas mais diversas instâncias de produção do conhecimento científico, o que nos torna cada vez mais imbuídos da busca por um trabalho editorial sério, profícuo e eficaz.

Aproveitamos a ocasião para divulgar que, como parte das comemorações pelos 100 anos da aviação militar, que se completam no próximo ano, a Revista da UNIFA está preparando uma edição comemorativa alusiva ao evento. A submissão de artigos para essa edição temática já está disponível.

Outra grande notícia que temos o prazer de divulgar é a criação do Centro de Memória do Ensino. Esse era um sonho antigo, acalentado por anos, que agora se torna realidade. Um ambiente cuja finalidade é promover estudos e pesquisas voltados para a reconstrução da história do ensino militar, a fim de aperfeiçoar o ensino atual e divulgar a sua contribuição para a educação brasileira.

Com a certeza da diversidade e da qualidade dos artigos apresentados, reconhecemos a dedicação dos que, com eficiência, muito contribuíram para o melhor possível na publicação da Revista da UNIFA. Agradecemos, ainda, a todos os militares e civis que, engajados no estreitamento das relações entre leitor/conhecimento científico, vislumbram o sucesso esperado.

Acreditamos que, com esta edição, apresentamos a possibilidade de oferecer um vasto e diversificado painel de artigos que, esperamos, muito possam contribuir para a consolidação de conhecimentos de nossos leitores.

Tenham uma boa leitura.

Centro de Estudos Estratégicos da Universidade da Força Aérea: uma análise crítica sob a perspectiva da Estratégia Nacional de Defesa

*Coronel Aviador Mauro Barbosa Siqueira^{1,2}

1 Chefe do Centro de Estudos Estratégicos da Universidade da Força Aérea

2 Mestre e Doutorando em Ciência Política pela UFF



* **Autor:** o Coronel Aviador Mauro Barbosa Siqueira foi formado pela Academia da Força Aérea (AFA) em 1987. Especialista em Interpretação de Imagens Orbitais e Suborbitais pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). MBA em Gestão de Processos pela Universidade Federal Fluminense (UFF). Mestre em Ciência Política (ênfase em Estudos Estratégicos) pela UFF. É, atualmente, doutorando no Programa de Pós-Graduação em Ciência Política da UFF e Chefe do Centro de Estudos Estratégicos da Universidade da Força Aérea. Contato: siqueiramauro@gmail.com

No ano de 2008, o ex-Comandante da Universidade da Força Aérea (UNIFA) – o Excelentíssimo Senhor Major-Brigadeiro-do-Ar Louis Jackson Josuá Costa – promulgou a portaria que estabeleceu a criação do atual Centro de Estudos Estratégicos (CEE) da UNIFA e ativou esse centro de pesquisas de modo permanente. Cada vez mais, o CEE recebe a incumbência de gerir novos projetos e se fortalece à luz de conhecimentos sólidos e sob a égide de trabalhos fidedignos.

Pioneiramente e com base legal nesse documento normativo, implementou-se o Centro de Estudos Estratégicos, cujo nível de ingerência funcional corresponde ao das demais divisões da supracitada Universidade. No âmbito desse *campus* universitário, o CEE se insere como um centro catalisador dedicado a pensar, *a priori*, o futuro do ensino de pós-graduação na Aeronáutica.

Consustanciava-se, dessa forma, um anseio idealizado no pensamento daqueles homens de visão que comandaram o processo de implantação de uma Universidade, em moldes similares às civis, no Campo Fontenelle.

Constituída por grupo seletivo de recursos humanos de toda ordem, a UNIFA integra diversificadas unidades com missões atribuídas, o que, em essência, replica o caráter universal de uma instituição de ensino com essa finalidade precípua. Pela própria natureza, a Universidade da Força Aérea se compõe de elementos multidisciplinares conjugados e harmônicos. Com o mesmo escopo, todo o complexo universitário englobado pela UNIFA organiza-se, em função de exigências institucionais, sob a égide da coerência administrativa e da hierarquia militar.

Frise-se que o primeiro empreendimento de vulto realizado pelo CEE da UNIFA foi planejar, organizar e acompanhar a execução do VIII Encontro Nacional de Estudos Estratégicos (ENEE) – evento de âmbito nacional em que a Universidade da Força Aérea recebeu o foco das atenções de escolas militares (cursos de altos estudos), universidades civis (públicas e privadas), empresários, jornalistas, autoridades na esfera da Defesa Nacional e no campo dos Estudos Estratégicos, assim como do público-alvo de ordem interna à Força Aérea Brasileira.

Foi, portanto, no editorial da vigésima terceira edição da Revista da Universidade da Força Aérea, que o Major-Brigadeiro-do-Ar Josuá instigou os integrantes das comunidades civil e militar a comparecerem ao megaevento e lhes indicou as razões com os seguintes argumentos:

Por fim, como coroamento desse ano em que são comemorados os 25 anos da Universidade da Força Aérea, está a realização do 8º Encontro Nacional de Estudos Estratégicos, momento no qual a UNIFA promove os meios e o ambiente para que acadêmicos, empresários, militares, representantes de órgãos governamentais e não-governamentais, interessados e intelectuais possam conhecer e discutir os principais temas estratégicos do país e falar da Estratégia Nacional de Defesa e do seu significado. (Revista da UNIFA, 2008, p. 2, editorial).

A publicação oficial da Estratégia Nacional de Defesa¹ ocorreu após findo o oitavo Encontro Nacional de Estudos Estratégicos (em novembro de 2008) e como consequência das idealizações do Comitê Ministerial, formado, essencialmente, para esse fim específico. Aos estudiosos de Defesa Nacional, de estudos estratégicos e de relações internacionais, a avançada Estratégia Nacional de Defesa Brasileira² impôs exigência e desafio. Analisar assunto tão recente exige leitura pormenorizada e crítica, de modo a assimilar novos conceitos e saberes. Enfim, faz-se mister exercitar o espírito crítico e ter capacidade intelectual reflexiva e contemplativa.

Este ensaio apoia-se no desejo de refletir-se um anseio da vontade nacional: o Brasil potência econômico-militar e independente de ajuda externa na construção de plataformas d'armas, alheio ao cerceamento em tecnologia de ponta e de inovações tecnológicas e apto ao aprimoramento de seu capital intelectual oriundo das esferas acadêmicas e dos centros de excelência das Forças Armadas Brasileiras.

Evidenciem-se, assim, os três capitais eixos que estruturaram essa Estratégia: inovadora reorganização nas Forças Armadas, reestruturação da indústria de material bélico no país e, por fim, nova política de composição dos efetivos das Forças Armadas. Portanto, o somatório dessas três relevantes áreas do conhecimento conforma o escopo principal da Estratégia Nacional de Defesa, em cujo bojo há outros temas de igual importância.

A Política de Defesa Nacional (PDN)³ publicada em 1996 foi, com veemência, norma de relevância

¹ O trabalho faz referência ao Comitê Ministerial de Formulação da Estratégia Nacional de Defesa (END), criado por decreto no dia seis de setembro de 2007, que redundou em reuniões com doutos representantes de setores, como o meio acadêmico, as forças armadas, os diversos órgãos governamentais, com vistas à edição da END abaixo referenciada. Em 17 de dezembro de 2008, o EM Interministerial Nº 00437/MD/SAE-PR foi encaminhado por Nelson Jobim (Ministro de Estado da Defesa) e Roberto Mangabeira Unger (Ministro Chefe da Secretaria de Assuntos Estratégicos), ao Excelentíssimo Senhor Presidente da República Federativa do Brasil. Como resultado, em 18 de dezembro de 2008, foi lançada, pelo Presidente Lula, a Estratégia Nacional de Defesa.

² O referido documento poderá ser obtido, em download gratuito, no seguinte endereço da Internet: <<http://www.defesa.gov.br>>.

³ Elaborada pela Presidência da República, no ano de 1996, aquela Política de Defesa Nacional, revogada e revisada, cedeu lugar à vigente PDN, sancionada, oficialmente, em julho de 2005. Saliente-se que a Política de Compensação Comercial, Industrial e Tecnológica, estabelecida pela Aeronáutica, corroborava com a PDN de 1996.

institucional ao fortalecimento da Base Industrial de Defesa (BID) no Brasil. Esse documento definia uma necessidade premente do país: o fortalecimento equilibrado da capacitação nacional no campo da Defesa, com o envolvimento dos setores industrial, universitário e técnico-científico, para se obter maior autonomia e melhor capacitação operacional das Forças Armadas.

A inédita Estratégia Nacional de Defesa ratifica essa tendência, vislumbrada, no ano de 1996, naquela Política de Defesa, ao dispor sobre o propósito da reestruturação da indústria brasileira de material de defesa. Conforme preconiza essa precursora Estratégia, o atendimento às necessidades de equipamento das Forças Armadas deve ser apoiado em tecnologias sob o domínio de conhecimento e *expertise* brasileiros. Nesse caso específico, as questões ligadas à Aeronáutica tomam vulto e torna-se imprescindível reverberar a FAB no séc. XXI.

Do mesmo modo, a Estratégia Nacional de Defesa replica importante diretriz da Política de Defesa Nacional em vigor. Na atual PDN, afirma-se que o desenvolvimento da indústria bélica – compreendendo o domínio de tecnologias focadas no uso dual – constitui-se em etapa fundamental para se alcançar o abastecimento seguro e previsível de materiais e serviços de defesa, que deve incluir, também, os itens aeronáuticos e espaciais.

Por conseguinte, pode-se interpretar que o fomento à importante área das indústrias de material bélico, a partir da vigente Estratégia Nacional de Defesa, deverá ser uma Política de Estado⁴, no Brasil, inclusive para o Poder Aeroespacial.

Nesse sentido, emerge a importância de haver um centro de pesquisas em estudos estratégicos na UNIFA. Pensar o caráter da guerra aérea do futuro e o vindouro papel do ser humano nesses cenários incertos impõe raciocínio lógico e contemplativo e, sobretudo, requer reflexões sobre temas atinentes à Força Aérea.

Segundo uma assertiva de Sir Winston Churchill, “um estadista pensa na próxima geração, enquanto que o político pensa na próxima eleição”⁵ – citação transcrita da obra do Brigadeiro-Engenheiro Tércio Pacitti, em que ele salienta, no capítulo referente às “Estratégias Nacionais”, a atuação do então Presidente de França, durante a Segunda Guerra, cuja perspicácia como homem

público, conforme esse autor, não foi muito observada, tampouco comentada: “Charles De Gaulle foi um Estadista. Plantou para o futuro quando ele mesmo não mais poderia colher os frutos. Mas a França os colheu.”. (PACITTI, 2003, p. 412).

Mangabeira Unger, ex-Ministro Chefe da Secretaria de Assuntos Estratégicos, demonstrou a visão de estadista ao se preocupar com o pleno entendimento da END pelo povo brasileiro e com a eficaz integração da END à Estratégia Nacional de Desenvolvimento. A visão prospectiva contida nessa pioneira Estratégia de Defesa merece ser acompanhada por pensadores e estrategistas do Poder Aeroespacial.

Acredita-se ter sido propiciada a revelação de significantes elementos concernentes à Estratégia Nacional de Defesa, decerto pouco abordados neste periódico. No âmbito do COMAER, a inclusão do CEE da UNIFA representa uma quebra de paradigmas e um avanço em termos de novos conhecimentos adquiridos.

Neste artigo, propôs-se discutir, à luz da END, a criação do CEE da UNIFA, cujos membros compõem, hoje, os grupos de trabalho do Livro Branco de Defesa. Estima-se ter alcançado o capital objetivo deste breve ensaio, que se perfez em um sucinto retrospecto das questões afetas à Defesa Nacional e às ações implementadas ao se editar a atual END no governo do então Presidente “Lula”.

Novos horizontes são vislumbrados à indústria de material bélico do Brasil, com a visão prospectiva denotada pela END, que impõe aos integrantes das Forças Armadas Brasileiras, aos cientistas e aos empresários desse setor a elaboração de estratégias eficazes à atuação num “estado-mercado” cada vez mais mercantil.

Na Estratégia Nacional de Defesa, observa-se o nítido intuito de transformar as forças militares – inclusive a FAB – por intermédio de ações planejadas e de capacidades operacionais inovadoras. Essa concepção estratégica visa a preparar as forças armadas para cumprirem, de modo eficiente, sua destinação constitucional prevista na Carta Magna do Brasil.

Ao Comando da Aeronáutica, cabe pensar, estrategicamente, a guerra aérea e, em especial, refletir sobre temáticas focadas no Poder Aeroespacial do futuro.

⁴ Uma Política de Governo se constitui no que é realizado, unilateralmente, por um governo em período definido pela Carta Magna do país. Em contrapartida, a Política de Estado tem caráter de longo prazo e resulta de uma tomada de consciência da classe política e da sociedade em determinado assunto ou ideia a ser implementada de maneira que, se uma iniciativa pertence ao escopo de determinada Política de Estado, mesmo ocorrendo a alternância de poder com trocas sucessivas de governos, essa ideia não vem a sofrer solução de continuidade, tampouco tem os princípios norteadores distorcidos. Políticas de Estado abarcam os processos burocráticos de diversas agências do estado e se incorporam aos trâmites do Parlamento. Ademais, submetem-se à aprovação em diversificadas instâncias de discussão e à incidência dos mais amplos setores da sociedade. No caso concreto da Estratégia Nacional de Defesa, todos esses critérios críticos foram plenamente atendidos.

⁵ PACITTI, Tércio. Do Fortran... à Internet: construindo o futuro através da educação. 3. ed. São Paulo; Pioneira Thomson Learning, 2003, p. 412.

Apense-se a isso que há, na Estratégia Nacional de Defesa em vigor, os objetivos de obter-se engajamento de toda a Nação Brasileira e conscientizá-la nas matérias afetas à Defesa Nacional, em particular, os setores que se comunicam com a área de defesa por essência; de sobrepujar questões culturais e conceder poder de voto (e de veto) ao Ministério da Defesa nas decisões da mais alta instância governamental no núcleo decisório do estado; de amplificar a competência legalmente atribuída ao Ministério da Defesa de escalão superior às forças armadas; e de majorar e sedimentar uma real integração das três forças armadas, rumo à total interoperabilidade, consolidando-a nos campos operacional, científico-tecnológico, doutrinário, no ensino, na inteligência e na área logística.

Entretanto, a leitura crítica da END leva à conclusão de que o documento não se constitui em obra perfeitamente acabada, visto apresentar senões de toda ordem. Desafortunadamente, o legislador penetrou no campo da Política de Defesa Nacional, inseriu-se no nível operacional e navegou nas esferas tática e doutrinária.

Sob a égide de novos conceitos validados no mundo, de eficaz reorganização estrutural e de capacidades inéditas a adquirir, o COMAER deve planejar a preparação dos meios materiais e de homens e mulheres, conforme prevê a Estratégia Nacional de Defesa em vigor. Ao COMAER compete o planejamento do preparo de meios, visto que planejar o emprego cabe, por força de lei complementar, ao

Estado-Maior Conjunto das Forças Armadas do Ministério da Defesa.

Um grupo seletivo de pessoas lapidadas em estudos estratégicos, de toda e qualquer Força Aérea, constituiu-se num fórum adequado às discussões e pesquisas, de natureza estratégica, que interessem à Instituição Aeronáutica Militar.

Sob esse enfoque, o Centro de Estudos Estratégicos da UNIFA poderá ser ferramenta indelével no processo de pensar a futura guerra aeroespacial; a nossa Força Aérea do século XXI e além; e, como fruto de um legado, um Brasil melhor. Afinal, almeja-se “um país de todos” os brasileiros, glorioso e soberano. Para que essa nação forte se corporifique de pleno, deve-se cercar, em tempo de paz, de forças armadas com capacidade dissuasória e planejamento estratégico efetivo.

Da Estratégia Nacional de Defesa, devem ser esperados empreendimentos autônomos e adventos eficazes, pois a fé do povo brasileiro, na Defesa Nacional e na FAB, merece permanecer incólume. Do Centro de Estudos Estratégicos da UNIFA, devem ser almejadas pesquisas fidedignas, que se perfaçam sob a ótica do pensamento estratégico. Na clássica obra “A Arte da Guerra”, o célebre estrategista e general chinês Sun Tzu destaca que as principais armas para a garantia da paz são artífices da guerra bem preparados. Caso contrário, a nação pode ficar submetida a sério perigo.

Eis, enfim, uma importante razão de ser de a UNIFA possuir um centro de pesquisas com homens letrados e forjados em estudos estratégicos.

Uma Solução para o Problema de Roteirização de Veículos com Coleta e Entrega Simultâneas no Contexto da Força Aérea Brasileira.

A solution for the vehicle route problem with simultaneous delivery and collecting in the Brazilian Air Force context.

Una solución para el problema de enrutamiento de vehículos con recolecta y entrega en el contexto de la Fuerza Aérea Brasileña.

*Major Especialista em Fotografia Antonio Celio Pereira de Mesquita

Mestre em Engenharia de Sistemas Logísticos

Instituto de Logística da Aeronáutica - ILA

Guarulhos, São Paulo - SP

RESUMO

Este trabalho apresenta uma proposta de solução para um problema da Força Aérea Brasileira (FAB), que consiste em definir os roteiros de transporte com coleta e entrega simultâneas a partir de um terminal central localizado no Rio de Janeiro, considerando frota homogênea com restrição de capacidade de peso das aeronaves. É proposto um método de solução baseado na metaheurística Busca Dispersa integrada com a metaheurística Descida em Vizinhança Variável como método de melhoria de soluções. Esta proposta de solução foi aplicada em uma instância real do problema da FAB e em três conjuntos de problemas-teste da literatura, tendo apresentado resultados indicativos de que o método desenvolvido é competitivo com outras abordagens de solução para esse problema considerando as mesmas restrições.

Palavras-chave: Roteirização. Metaheurística. Transporte aéreo de carga. Busca dispersa.

Recebido / Received / Recebido
20/01/11

Aceito / Accepted / Acepto
13/04/11

* Major Especialista em Fotografia Antonio Celio Pereira de Mesquita - Me. Eng. Sist. Logísticos - USP
Instituto de Logística da Aeronáutica - Av. Monteiro Lobato, 6365, Instituto de Logística da Aeronáutica, CEP 07184-000 - Tel.: (11) 2465 2080 (celiomesquita@ila.intraer)

ABSTRACT

This article presents a solution for a problem which arises in the Brazilian Air Force (FAB), that consists in defining the simultaneous pickup and delivery routes for the transportation of goods from a distribution center in Rio de Janeiro, considering a homogeneous fleet with a restriction on the weight capacity of the aircrafts. It is proposed a method of solution based on the Scatter Search metaheuristic integrated with the Variable Neighborhood Descent metaheuristic used as a method of solution improvement. This proposal of solution was applied to a real instance of the Brazilian Air Force problem and to three- problem sets of the literature, as well. The results showed that the proposed method is competitive with other approaches for the solution of that problem, considering the same restrictions.

Keywords: Routing. Metaheuristic. Air cargo transportation. Scatter search.

RESUMEN

Este trabajo presenta una propuesta de solución para un problema de la Fuerza Aérea Brasileña (FAB), que consiste en definir los guías de transporte con recolecta y entrega simultáneas a partir de un terminal central ubicado en Río de Janeiro, considerando flota homogénea con restricción de capacidad de peso de las aeronaves. Es propuesto un método de solución basado en la metaheurística Búsqueda Dispersa integrada con la metaheurística Descendida en Vecindad Variable como método de mejoría de soluciones. Esta propuesta de solución fue aplicada en una instancia real del problema de la FAB y en tres conjuntos de problemas-test de la literatura, teniendo presentado resultados indicativos de que el método desarrollado es competitivo con otras abordagens de solución para ese problema considerando las mismas restricciones.

Palabras-clave: Enrutamiento. Metaheurística. Transporte aéreo de carga. Búsqueda dispersa.

INTRODUÇÃO

Este trabalho aborda o problema de elaboração de programações de transporte no sistema de distribuição de materiais da Força Aérea Brasileira (FAB), a partir de uma base (Rio de Janeiro), utilizando uma frota de aeronaves do tipo C-130 (Hércules), com restrições de peso máximo da carga transportada em cada uma das aeronaves utilizadas.

A FAB adquire suprimentos nas principais capitais do país e no exterior para atender as necessidades de cerca de 380 organizações militares distribuídas em todo o território nacional, e precisa que esses materiais sejam entregues nas organizações solicitantes dentro dos prazos previstos e que outros materiais sejam recolhidos para manutenção nas empresas do suporte logístico contratado. Esse transporte é realizado principalmente por meio das aeronaves C-130 (Hércules) e pode atender cerca de 100 locais de entrega/coleta a partir da cidade do Rio de Janeiro.

As informações sobre as demandas de entrega/coleta estão disponíveis no sistema de informações de carga da FAB. Essas informações contemplam as dimensões das cargas paletizadas, o peso e o tipo de material (bélico, fardamento, peças de aviação, combustíveis, lubrificantes, etc.). Uma análise da série histórica dos dados contidos nesse sistema permitiu verificar que as cargas de maior prioridade e urgência, e que requerem transporte pelo

modal aéreo, são densas (i.e., mais pesadas e pouco volumosas), o que, na maioria dos casos, acarreta a lotação das aeronaves por peso, sem que a capacidade volumétrica tenha sido atingida. Tipicamente, os materiais mais volumosos coincidentemente são de menor prioridade ou incompatíveis com o transporte aéreo, sendo transportados por via terrestre, na sua maioria. Em vista disto e visando reduzir a complexidade do problema a ser resolvido, decidiu-se considerar, neste trabalho, somente a capacidade em peso das aeronaves que realizam esse serviço de transporte, uma vez que o peso máximo é uma restrição importante das aeronaves nas operações de pouso e decolagem.

O sistema de informações de carga da FAB proporciona boa visibilidade das demandas de transporte, pois o operador de cada local de entrega/coleta cadastra os dados das cargas existentes. O problema é que, devido à grande quantidade de informações disponíveis na tela do gestor do terminal de cargas do Rio de Janeiro e à complexidade do problema, não se consegue elaborar uma programação do transporte adequada, voltada para a prontidão e eficiência da distribuição de materiais da FAB.

Programações de transporte ineficientes certamente resultam em custos elevados decorrentes da definição de mais roteiros do que o necessário, requerendo, conseqüentemente, mais aeronaves (que não podem ser então alocadas a outros serviços), e de seqüências

não otimizadas de aeroportos a serem visitados, levando a distâncias a serem percorridas maiores que as necessárias. Deve-se destacar que, no caso do transporte aéreo, distâncias e tempos de voo guardam correlação considerada adequada para a finalidade de planejamento, além de não depender do modelo de aeronave alocada ao serviço, ou seja, se a FAB por ventura optar por substituir os C-130 por outro tipo de aeronave, o sistema não precisa ser atualizado com os novos tempos. Adicionalmente, os tempos de parada em solo nos aeroportos sendo atendidos independem do roteiro (ou sequência) seguido pela aeronave. Para a FAB, os tempos poderiam ser críticos em hipótese de conflito armado ou em situações de calamidade pública.

A fim de evitar a geração de programações de transporte ineficientes, deve-se adotar um processo decisório racional. Isto é particularmente importante quando estão em jogo elevados custos com combustíveis, lubrificantes, manutenção e operação das frotas de veículos, eventuais custos com terceirização de transporte e prejuízo eventual às operações da FAB por falha na entrega de algum material. Mais especificamente, essas programações de transporte estabelecem os roteiros de entrega e coleta de materiais a serem realizadas simultaneamente em cada local de entrega/coleta a partir de um centro de distribuição, considerando-se frota de veículos homogênea. Tal problema é conhecido na literatura como o Problema de Roteirização de Veículos com Coletas e Entregas Simultâneas (PRVCES).

O PRVCES é um problema de otimização combinatória comprovadamente NP-difícil (ANILLY, 1996). Devido à complexidade computacional, métodos de solução exatos são impraticáveis para a resolução de instâncias reais encontradas na prática, levando à necessidade do uso de heurísticas para a sua solução, bem como na exclusão de restrições não essenciais. Assim, propõe-se uma heurística integrada, baseada na metaheurística Busca Dispersa (do inglês "*Scatter Search*", SS ou BD) em conjunto com a metaheurística Descida em Vizinhança Variável (do inglês "*Variable Neighborhood Descent*", VND) para solucionar o PRVCES. O algoritmo foi validado por meio dos problemas-teste existentes na literatura e comparando-se os resultados obtidos com os alcançados por outros autores utilizando instâncias do PRVCES sujeitas às mesmas restrições.

Deve-se destacar que, embora existam regras específicas que definem o acondicionamento e a eventual necessidade de transporte em separado dos diferentes tipos de materiais, as mesmas não foram consideradas no âmbito do presente trabalho. Entende-se que a FAB, ao definir as cargas a serem transportadas nas aeronaves, já faz uma pré-seleção das mesmas, considerando não

só a compatibilidade dos materiais transportados, como também as prioridades/urgências, de modo que o conjunto de cargas a serem coletadas/entregues não apresenta eventuais restrições de compatibilidade que pudessem interferir na sequência de bases a serem visitadas por cada uma das aeronaves.

1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Um dos primeiros trabalhos sobre o PRVCES é o de Min (1989), que propôs uma heurística clássica de agrupar primeiro e roteirizar depois para solucionar um problema relativo a um sistema de distribuição para bibliotecas públicas e considerando exatamente dois veículos de igual capacidade.

Salhi e Nagy (1999) propuseram uma heurística construtiva, que consiste basicamente em construir uma solução parcial, contendo somente clientes de entrega e em seguida inserir clientes de coleta segundo diferentes critérios de inserção até produzir uma solução completa. Dethloff (2001) modificou a abordagem desses autores e desenvolveu um algoritmo construtivo baseado no conceito de inserção mais barata.

Crispim e Brandão (2005) apresentaram um algoritmo híbrido composto da metaheurística Busca Tabu (BT) e da metaheurística VND na solução de Problemas de Roteirização de Veículos (PRV) com entrega e coleta realizadas de forma mista e de forma simultânea. Montané e Galvão (2006) também implementaram a metaheurística BT para resolver especificamente o PRVCES com frota homogênea.

Gökçe (2004) implementou a metaheurística Colônia de Formigas para solução do PRVCES, tendo obtido o excepcional resultado de 89 milhas para o problema de Min (1989), cujo melhor resultado conhecido até essa data era de 91 milhas obtido por Dethloff (2001). Gajpal e Prakash (2009) também utilizaram a metaheurística Colônia de Formigas na solução de PRVCES.

Chen e Wu (2006) propuseram uma heurística de inserção híbrida com listas tabu e com uma metodologia por estes denominada de "*record-to-record travel*", uma variante da técnica "*Simulated Annealing*". Esse método gerou resultados para os problemas de Salhi e Nagy (1999) bastante semelhantes aos resultados obtidos por Montané e Galvão (2006) para esses mesmos problemas e sujeito às mesmas restrições.

Bianchessi e Righini (2007) propuseram uma metaheurística semelhante à Busca Tabu Adaptativa de Montané e Galvão (2006) na qual se destaca o ajuste dinâmico dos parâmetros da BT. Subranian e Cabral (2008) propuseram um procedimento baseado na metaheurística Busca Local Iterativa ("*Iterated Local*

Search”, ILS) que utiliza a metaheurística VND como método de melhoria de soluções.

Zachariadis *et al.* (2009) propuseram uma abordagem híbrida de solução para o PRVCES incorporando a lógica de duas metaheurísticas bem conhecidas e reconhecidas como eficazes para solucionar praticamente todas as variantes de problemas de roteirização, a BT e a Busca Local Dirigida (“*Guided Local Search*”). Mine *et al.* (2009) propuseram resolver o PRVCES com um algoritmo heurístico híbrido, denominado GENILS, baseado nas técnicas ILS, VND e o método GENIUS desenvolvido por Gendreau, Hertz e Laporte (1992).

Sosa *et al.* (2008) resolveram várias instâncias do PRVCES utilizando a busca dispersa e investigaram o comportamento de quatro diferentes métodos de geração das soluções diversas de partida da busca dispersa baseados em GRASP (FEO e RESENDE, 1995) e nas heurísticas de Beasley (1983), de varredura de Wren e Holliday (1972) e de economias de Clarke e Wright (1964).

2 FORMULAÇÃO MATEMÁTICA

O Problema de Roteirização de Veículos com Coletas e Entregas Simultâneas (PRVCES) é uma extensão do problema clássico de roteirização de veículos em que podem ser realizadas tanto coletas quanto entregas ao longo do roteiro de cada veículo. A variante aqui considerada é a que todas as cargas a serem entregues têm origem na base (ou depósito) de onde partem os veículos, assim como as cargas coletadas se destinam exclusivamente ao mesmo depósito, para onde retornam os veículos ao final da sua jornada, a mesma considerada por Salhi e Nagy (1999), Montané e Galvão (2006) e Sosa (2008).

Um elemento crítico do PRVCES é que as coletas e entregas precisam ser realizadas simultaneamente pelo mesmo veículo. Isto é crítico porque a inserção de um cliente em qualquer ponto de um roteiro precisa ser precedida de uma verificação do seu impacto na viabilidade física desse roteiro. Isto é, a demanda de entrega do cliente candidato à inserção precisa ser menor do que a folga na capacidade do veículo ao sair da base e a demanda de coleta deste cliente precisa ser menor do que a folga na capacidade do veículo no último cliente visitado subtraído do que seria entregue no cliente candidato.

O problema pode ser formulado como se segue (Gökçe, 2004). Sejam os conjuntos: N (o conjunto de todos os nós, os clientes e a base.); C (conjunto dos clientes); e V (o conjunto de veículos). Sejam os parâmetros: Q (a capacidade do veículo); n (o número de

clientes); D_{ii} (a demanda total de entregas remanescentes ainda a bordo do veículo $v \in V$ após atender o cliente $i \in C$); P_{iv} (a quantidade coletada pelo veículo $v \in V$ até chegar ao cliente $i \in C$, inclusive); e l_{ij} (a distância entre o vértice $i \in C$ e o vértice $j \in C$); d_i e p_i , respectivamente, as quantidades entregues (“*delivered*”) e coletadas (“*picked up*”) no nó i . Sejam as variáveis de decisão: $x_{ij}^v = 1$, se cliente $j \in C$ é atendido imediatamente após o cliente $i \in C$ pelo veículo $v \in V$, caso contrário $x_{ij}^v = 0$. Seja $G(N, A)$ um grafo direcionado.

O conjunto $N = \{0, 1, 2, \dots, n, n+1\}$ denota os vértices do grafo, sendo que os vértices $i=0$ e $i=n+1$ indicam as bases de partida e chegada das aeronaves, enquanto que os pontos a serem visitados são dados por $i = 1, 2, \dots, n$. O conjunto A define os arcos (i, j) que representam as conexões entre a base e os clientes e também entre clientes. Nenhum arco termina no vértice 0 e nenhum arco se origina no vértice $(n+1)$.

Seja $R = \{i_0, i_1, \dots, i_c\}$ um caminho elementar em G , onde i_0 corresponde $R = \{0 = i_0, i_1, \dots, i_c, i_{c+1} = n+1\}$, com c clientes. Uma solução viável para o problema pode ser representada por um conjunto de caminhos elementares originados em 0 e terminados $(n+1)$. Esses caminhos visitam cada cliente exatamente uma vez satisfazendo as restrições de capacidade dos veículos. Ou seja, a soma da demanda de coletas já atendidas (P_{iv}) com as quantidades a serem entregues (D_{iv}) não pode exceder a capacidade do veículo. O objetivo é minimizar a distância total percorrida pelos veículos.

A formulação matemática é apresentada a seguir:

$$\text{Min} \sum_{v \in V} \sum_{i \in N} \sum_{j \in N} d_{ij} x_{ij}^v \quad (1)$$

Sujeito a:

$$\sum_{v \in V} \sum_{i \in N} x_{ij}^v = 1 \quad \forall j \in C \quad (2)$$

$$\sum_{i \in N} x_{ih}^v - \sum_{j \in N} x_{hj}^v = 0 \quad \forall h \in C, \forall v \in V \quad (3)$$

$$D_{iv} + P_{iv} \leq Q \quad \forall v \in V, \forall i \in C \quad (4)$$

$$D_{(n+1)v} = 0 \quad \forall v \in V \quad (5)$$

$$P_{(n+1)v} = \sum_{i \in N} \sum_{j \in N} x_{ij}^v p_i \quad \forall v \in V \quad (6)$$

$$D_{0v} = \sum_{i \in N} \sum_{j \in N} x_{ij}^v d_i \quad \forall v \in V \quad (7)$$

$$P_{0v} = 0 \quad \forall v \in V \quad (8)$$

$$x_{ij}^v (P_i^v + p_j - P_j^v) = 0 \quad \forall i, j \in C, \forall v \in V \quad (9)$$

$$x_{ij}^v (D_i^v + d_j - D_j^v) = 0 \quad \forall i, j \in C, \forall v \in V \quad (10)$$

$$D_i^v \geq 0 \quad \forall i \in C, \forall v \in V \quad (11)$$

$$P_i^v \geq 0 \quad \forall i \in C, \forall v \in V \quad (12)$$

$$x_{ij}^v \in \{0, 1\} \quad \forall i, j \in C, \forall v \in V \quad (13)$$

A Função Objetivo (1) visa minimizar a distância total percorrida pelos veículos. Essa função objetivo difere das propostas por Nagy e Salhi (2005), Crispim e Brandão (2005) e Röpke e Pisinger (2006), que consideraram minimizar a frota necessária e, em seguida, a distância percorrida. Entretanto, no problema real da FAB que inspirou o presente problema, os veículos estão disponíveis, não incorrendo custo fixo decorrente da sua utilização. As restrições (2) garantem que cada cliente seja atendido exatamente uma vez. Já as restrições (3) garantem que, se um veículo chega a um cliente h , o mesmo veículo deixa esse cliente. O conjunto de restrições (4) estabelece os limites de capacidade dos veículos. As restrições (5) e (6) garantem que, quando os veículos retornam à base, eles tenham realizado todas as entregas e estejam carregados com todas as cargas coletadas. Por outro lado, o conjunto das restrições (7) e (8) estabelecem que cada veículo deixe a base carregado com todos os itens a serem distribuídos. O conjunto de equações não-lineares (9) e (10) estabelecem que se $x_{ij}^v = 1$, ou seja, o cliente j é visitado imediatamente após o cliente i pelo veículo v , a quantidade total coletada até j (P_j^v) aumentará de p_j e a quantidade entregue até j (D_j^v) diminuirá de d_j . Finalmente, as restrições (11) e (12) denotam as restrições de não negatividade, enquanto que as restrições (13) impõem que as variáveis x_{ij}^v sejam binárias.

3 ESTRATÉGIA DE SOLUÇÃO

A estratégia de solução proposta para o PRVCS baseia-se na metaheurística Busca Dispersa (BD) de maneira integrada com a metaheurística Descida em Vizinhança Variável (“*Variable Neighborhood Descent*”, VND), utilizada como método de melhoria das soluções.

A BD é uma metaheurística cuja concepção inicial foi proposta por Fred Glover em 1977. Essa metaheurística teve seu desenvolvimento e aplicações paralisadas por cerca de 20 anos. Contudo, nos últimos doze anos, o interesse da pesquisa acadêmica pelo método foi intensificado, tendo sido classificada por Rego e Leão (2002) como um método de busca evolucionária ou método baseado em população, tal qual o algoritmo genético, embora haja significativa diferença entre

esses métodos, principalmente com relação ao uso da aleatoriedade, inexistente na maioria das implementações da BD.

Segundo Glover (1998), a estratégia da BD consiste em gerar um conjunto de soluções dispersas no espaço de soluções a partir de um determinado conjunto de soluções de referência. Isto é realizado por meio de combinações lineares entre as soluções do conjunto de referência *RefSet*. Este método consiste basicamente dos cinco passos descritos a seguir (Glover, 1998):

Passo 1. Método de geração de soluções diversas: o método consiste em gerar um conjunto de soluções, referido como conjunto P , com $PSize$ soluções viáveis e diversas.

Passo 2. Método de melhoria: trata-se de um método de busca local para melhorar as soluções diversas do conjunto P e as soluções a serem submetidas à atualização do conjunto de referência (*RefSet*).

Passo 3. Método de criação e atualização do conjunto de referência: é o método destinado a criar e atualizar o *RefSet* extraíndo-se do conjunto P as soluções que o compõem.

Passo 3.1. Criação do *RefSet*: o *RefSet* é iniciado com as $b1$ melhores soluções de P . As $b2$ soluções restantes são selecionadas dentre as soluções em P ainda não incluídas, da seguinte forma: mede-se a dissimilaridade entre todas as soluções não incluídas e o *RefSet* atual, selecionando-se a solução mais dispersa para inclusão no *RefSet*. Repete-se este passo até que haja $(b1+b2)$ soluções no *RefSet*.

Passo 3.2. Atualização do *RefSet*: as soluções resultantes das combinações, no caso de melhoria (na qualidade ou na diversidade), substituem as piores soluções do *RefSet*.

Passo 4. Método de geração de subconjuntos: este método especifica a forma pela qual são selecionados os subconjuntos para a aplicação do método de combinação das soluções do *RefSet*.

Passo 5. Método de combinação das soluções: busca combinar as soluções do *RefSet*. Para isso, consideram-se os subconjuntos formados no Passo 4.

Quanto à atualização do *RefSet* (passo 3.2), Glover (1998) propõe duas estratégias de atualização:

Tipo 1 - Atualização estática: na atualização estática, o *RefSet* não muda até que todas as combinações de soluções do *RefSet* tenham sido realizadas.

Tipo 2 - Atualização dinâmica: na atualização dinâmica, o *RefSet* é atualizado sempre que uma nova solução, gerada por uma combinação, qualifica-se para entrar no *RefSet*.

A atualização do *RefSet* pode se dar por qualidade e diversidade (Q&D) ou apenas por qualidade (Q). No

caso de atualização Q&D, se a nova solução resultante da combinação for melhor do que a pior solução de *RefSet1*, então a nova solução a substitui; caso contrário, verifica-se se a dissimilaridade dessa solução é maior do que a dissimilaridade da pior solução do *RefSet2*, com a nova solução substituindo a outra caso isso seja verdadeiro. Já na atualização Q, a nova solução resultante da combinação substitui a pior solução de *RefSet*, caso seja superior a ela (Glover, 1998).

Esse conjunto possui dois subconjuntos chamados *RefSet1* e *RefSet2*. Durante o processo de busca por meio de combinações, as novas boas soluções que forem sendo encontradas substituirão soluções do *RefSet1* e as soluções com elevado grau de diversidade, segundo critério específico de medida, substituirão soluções do *RefSet2*, dando origem ao *RefSet* a ser utilizado na iteração seguinte (Glover, 1998).

O critério específico de medida do grau de diversidade comentado no parágrafo anterior é referido, neste trabalho, como dissimilaridade ou distância entre soluções. É um número que indica o quanto uma solução difere da outra.

3.1 MÉTODO DE CÁLCULO DA DISSIMILARIDADE ENTRE SOLUÇÕES

Rego (2000), Russel e Chiang (2004), e Belfiore (2006) diferenciaram uma solução de outra em problemas de roteirização de veículos, por meio da contagem de arcos não comuns entre soluções, ou seja, a soma da quantidade de arcos da primeira solução inexistentes na segunda solução com a quantidade de

arcos da segunda solução inexistentes na primeira. Porém, foram observados, nos experimentos com esse método, pares de soluções com diferentes valores de função objetivo apresentando a mesma contagem de arcos não comuns, e também soluções de igual contagem de arcos não comuns com diferente estrutura de roteiros, resultando em soluções distintas. De acordo com o método da contagem de arcos não comuns, essas soluções seriam iguais (dissimilaridade entre as soluções igual a zero). Isto evidencia que esse método não é totalmente adequado para medição da dissimilaridade, pois, nesses dois casos, essas soluções são diferentes.

Este fato provocou a modificação, neste trabalho, do método tradicional utilizado por esses autores com a multiplicação da quantidade de arcos não comuns pelo valor do arco médio das duas soluções, sendo ainda somada uma parcela relativa à diferença entre os valores de função objetivo de cada solução (expressão 14). Isto conferiu melhor discriminação entre as soluções e obteve melhor controle sobre a medida da dispersão no espaço de soluções.

Foi adotada a seguinte notação utilizada na expressão (14):

dis_{ab} - Dissimilaridade entre as soluções a e b

d_{ab} - Quantidade de arcos não comuns entre as soluções a e b

\bar{A}_{ab} - Média dos comprimentos dos arcos das soluções a e b

FO_a - Valor da função objetivo da solução a

FO_b - Valor da função objetivo da solução b

N - Quantidade de clientes do problema

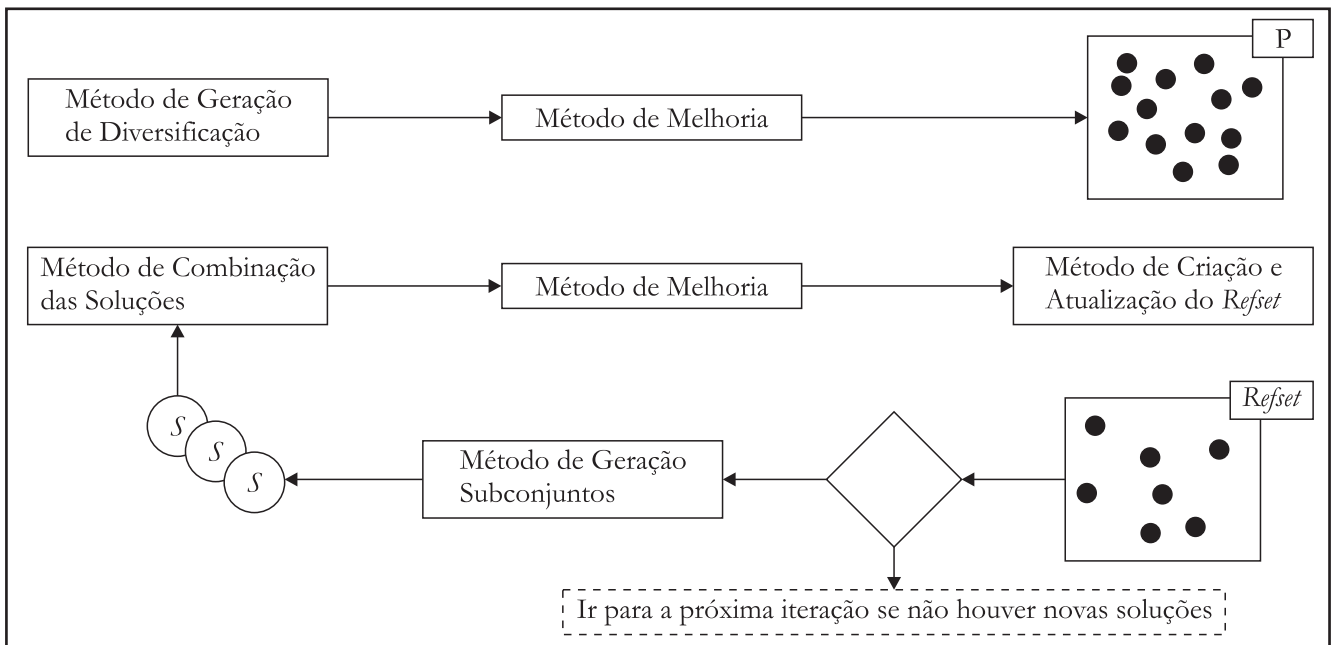


Figura 1: Esquema da meta-heurística Busca Dispersa.
Fonte: Laguna e Marti (2003)

A dissimilaridade entre as soluções “*a*” e “*b*” pode ser calculada da seguinte forma:

$$dis_{ab} = d_{ab} \times \bar{A}_{ab} + \left| \frac{FO_a - FO_b}{N} \right| \quad (14)$$

3.2 LIMIAIR INFERIOR DE DISSIMILARIDADE

Segundo Duarte *et al.* (2009), o limiar inferior de dissimilaridade é o valor mínimo de dissimilaridade que uma solução deve possuir para ingressar no conjunto *P* e no *RefSet*. Esses autores propuseram um terceiro critério de atualização do *RefSet*. Uma nova técnica em que as atualizações do *RefSet* ocorrem somente por qualidade, porém considerando um limiar inferior de dissimilaridade (atualização Q&L). Isto é, atualizar por qualidade, sem prejudicar a diversidade, substituindo as piores soluções por soluções melhores e dispersas.

Entende-se que soluções muito próximas ou similares, quando combinadas, gerariam soluções também muito próximas ou similares, prejudicando a exploração do espaço de soluções.

3.3 VALORES DOS PARÂMETROS DA BD

Um fator crítico da BD é o ajuste dos parâmetros *Psize* (tamanho do conjunto *P*), *b1* (tamanho do *RefSet1*) e *b2* (tamanho do *RefSet2*). Russel e Chiang (2004), ao solucionar um Problema de Roteirização de Veículos (PRV) com janela de tempo, realizaram testes com os problemas R1 e RC1 de Solomon (1987) e chegaram aos resultados apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Testes realizados por Russel e Chiang (2004)

b1+b2	Distância*	%	Veículos	Minutos
20	25642	-	241	51
10	25524	-0,46	242	13
5	25654	0,05	243	3

*Não consta, no artigo desses autores, a unidade de distância.

Apesar de Russel e Chiang terem decidido utilizar (*b1+b2*) igual a 20, os resultados da Tabela 1 corroboram a escolha de (*b1+b2*) igual a 10 utilizados nos trabalhos de Belfiore (2006), de Sosa *et al.* (2008) e também neste trabalho.

3.4 GERAÇÕES DAS SOLUÇÕES DIVERSAS

Rego e Leão (2002) orientam que o conjunto *P* de soluções iniciais diversas precisa ser constituído de

soluções que difiram significativamente uma da outra e que é apropriado o uso de um procedimento sistemático para se gerar essas soluções. O procedimento adotado, neste trabalho, para geração de soluções diversas, utilizou as heurísticas construtivas: método de economias (*CW*), proposto por Clarke e Wright (1964), heurística do Vizinho Mais Próximo (*VMP*), proposta por Belmore e Nemhauser (1968) e a heurística Inserção Mais Barata (*IMB*), proposta por Rosenkrantz, Stearns e Lewis (1977), associadas na composição do Método de Geração de Soluções Diversas da BD.

Considerando a possibilidade da existência de um conjunto *P* de soluções diversas que fosse perfeito, pode-se supor que as suas soluções estariam perfeitamente distribuídas no espaço de soluções. Ao se plotar as dissimilaridades de cada solução em relação ao conjunto *P* em um plano cartesiano, considerando-se o eixo das abscissas contendo os índices das soluções ordenadas pelo valor de dissimilaridade em relação às demais e o eixo das ordenadas contendo os valores dessas dissimilaridades, isto apresentaria, como gráfico, uma linha reta horizontal. Com base nesse raciocínio, definiu-se o processo de avaliação das alternativas para o Método de Geração de Diversificação a ser utilizado neste trabalho. As alternativas foram obtidas por meio de diversos experimentos com a geração de 30 soluções com cada heurística construtiva (*VMP*, *IMB* e *CW*) e com a geração de 30 soluções com essas heurísticas combinadas. Neste trabalho, se ordenou e se plotou as dissimilaridades de cada solução *s* gerada em relação a *P*-{*s*} no plano cartesiano e se mediu o coeficiente de correlação (*R*) e o coeficiente angular da linha de tendência (*a*), com o objetivo de calcular a dispersão do conjunto *P* (*DP*) segundo a expressão (15).

$$DP = \frac{R}{1+a} \quad (15)$$

As soluções do conjunto *P* precisam ser construídas, uma a uma, por meio de uma ou mais heurísticas construtivas de roteirização contemplando as restrições do PRVACES explicitadas na formulação matemática. Neste trabalho, escolheu-se utilizar as heurísticas *VMP* e *IMB* devido à sua facilidade de implementação e a heurística *CW* devido à sua precisão, pois, segundo Balou (1999), pode-se chegar a obter resultados a 2% em relação à solução ótima absoluta.

A consideração de um limite mínimo de dissimilaridade (Limiar) para que solução seja aceita no conjunto *P* de soluções diversas baseia-se na proposta de Duarte *et al.* (2009), cujo pseudocódigo encontra-se na Figura 2.

```

1. Inicie com  $P = 0$ 
While (  $|P| < Psize$  )
{
    2. Construa uma solução  $x$ 
    3. Se  $x$  não pertence a  $P$  e  $d(x,P) > \text{Limiar}$  então inclua  $x$  em  $P$  (Ex.  $P = P \cup \{x\}$ ),
        caso contrário, descarte  $x$ .
}

```

Figura 2: Pseudocódigo do método de geração de diversificação.

Seja $MinDis$ a dissimilaridade mínima, $MaxDis$ a dissimilaridade máxima e p o percentual definido na inicialização da BD. O cálculo do limiar (L) é realizado por meio da expressão (16).

$$L = MinDis + p * (MaxDis - MinDis) \quad (16)$$

A forma de se gerar soluções diversas com as heurísticas VMP, IMB e CW estão bem descritas em Mesquita (2010).

3.5 MELHORIA DAS SOLUÇÕES

Neste trabalho foram utilizadas quatro estruturas de vizinhança utilizadas no Método de Melhoria da BD. Foi adotada uma relação de precedência entre essas estruturas de vizinhança, determinada experimentalmente. As seguintes estruturas de vizinhança foram utilizadas neste trabalho: 2-opt (Croes, 1958); relocação inter-rotas; relocação intrarota e cruzamento. Esses movimentos estão bem descritos no trabalho de Sosa *et al.* (2007).

Segundo Freitas *et al.* (2007), a metaheurística VND, desenvolvida por Mladenovic e Hansen (1997), é um método de busca local que consiste em explorar o espaço de soluções por meio de trocas sistemáticas de estruturas de vizinhança. O método VND utiliza uma estrutura de vizinhança principal visando melhorar a solução corrente. Quando não é mais possível, o método troca a vizinhança corrente por outra, retornando à primeira vizinhança sempre que houver melhoria e passando para a vizinhança seguinte quando não houver melhoria. O algoritmo termina após utilizar todas as estruturas de vizinhança sem conseguir melhorar a solução corrente.

Foram realizados experimentos com o método VND modificando-se a sequência de vizinhanças exploradas, sendo que a sequência que obteve o melhor ganho médio (redução das distâncias percorridas) para os problemas de teste considerados foi: 2-opt, cruzamento, relocação intra-rotas e relocação inter-rotas, nesta ordem. O funcionamento desses métodos de busca local para melhoria de soluções do PRVCES estão bem descritos em Mesquita (2010).

Durante cada movimento de busca local, é necessário verificar a viabilidade de cada roteiro quanto às restrições do PRVCES. Isso é realizado por meio do procedimento de verificação da viabilidade do roteiro, que o faz em duas etapas: (i) totaliza todas as demandas de entrega a serem realizadas e a confronta com a capacidade do veículo, pois este precisa sair da base carregado com todas as entregas a serem realizadas; (ii) verifica, arco a arco, até o retorno à base, se o que estava carregado no cliente i menos o que irá ser entregue mais o que irá ser coletado no cliente j , visitado imediatamente após i , não ultrapassa a capacidade do veículo (expressões 4, 5, 6, 7 e 8 da formulação matemática).

3.6 CRIAÇÃO E ATUALIZAÇÃO DO CONJUNTO DE REFERÊNCIA

A criação do *RefSet* foi realizada exatamente conforme a proposta de Glover (1998). Quanto à atualização desse conjunto de soluções, foram realizados experimentos com o objetivo de comparar o critério de atualização Q&D proposto por Glover (1998) e o critério de atualização por qualidade e limiar (Q&L) de dissimilaridade proposto por Duarte *et al.* (2009). Os resultados dos experimentos foram favoráveis ao uso do critério de atualização Q&L proposto por Duarte *et al.* (2009). Segundo esse critério, as atualizações a serem realizadas no *RefSet1* deverão ocorrer apenas por qualidade quando a solução candidata for melhor do que a melhor solução. As outras soluções do *RefSet* deverão ser substituídas também por qualidade, mas apenas se a solução candidata tiver um valor de dissimilaridade superior a um limite mínimo pré-estabelecido, o limiar L calculado por meio da expressão (16).

A cada nova solução inserida no *RefSet* é registrado que essa solução ainda não foi combinada, para que o reinício do processo de combinação atue somente sobre as soluções não combinadas no passado. Segundo Glover (1998), cada subconjunto de soluções a combinar precisa possuir pelo menos uma solução nova.

Quando todas as soluções do *RefSet* tiverem sido combinadas, o processo vai para a próxima iteração, cujo passo mais importante é a regeneração do *RefSet2* a partir

das soluções remanescentes no conjunto P , iniciando novamente um ciclo de combinações e tentativas de atualização do $RefSet$, até que seja atingida a contagem máxima de iterações ou que não mais haja soluções disponíveis em P para regeneração do $RefSet2$.

3.7 GERAÇÃO DE SUBCONJUNTOS E COMBINAÇÃO DE SOLUÇÕES

Belfiore (2006) e Sosa *et al.* (2007, 2008) utilizaram o Método de Geração de Subconjuntos de soluções que realiza a geração de todos os pares possíveis obtidos com as soluções do $RefSet1$, mais todos os pares possíveis obtidos entre as soluções do $RefSet1$ e as do $RefSet2$, mais todos os pares possíveis obtidos com as soluções do $RefSet2$.

Laguna e Armentano (2001), baseados na sua experiência na implementação da BD, comentam que cerca de 80% do poder de busca pode ser atribuído aos subconjuntos de duas soluções. Neste trabalho, esse método foi implementado para gerar subconjuntos de duas soluções.

A combinação de soluções utilizada neste trabalho foi realizada por meio do método de seleção de arcos comuns. Esse método parte de pares de soluções oriundas do método de geração de subconjuntos da BD e constrói uma terceira a partir dos arcos comuns encontrados entre as soluções de origem, finalizando a construção por meio de uma heurística construtiva, tendo se utilizado, neste trabalho, a heurística de economias de Clarke e Wright (1964).

4. RESULTADOS DOS EXPERIMENTOS COMPUTACIONAIS

A estratégia de solução proposta para o PRVCEs baseada na metaheurística Busca Dispersa com melhoria por meio do VND foi codificada em linguagem C++ seguindo as orientações de Glover (1998), Rego (2000), Laguna e Armentano (2001), Laguna e Martí (2003) e Duarte *et al.* (2009). Foi utilizado o *Microsoft Visual Studio Express 2008* em um microcomputador com processador *Intel Centrino* de 1,6 GHz e 1,5 GB de memória RAM.

Como mencionado anteriormente, nos experimentos realizados, considerou-se a minimização da distância percorrida como objetivo do método proposto.

As tabelas apresentadas a seguir com experimentos realizados apresentam os valores de desvio percentual (Gap) comparado ao melhor valor alcançado. Esse desvio é calculado por meio da expressão (17).

$$Gap = 100 * \frac{\text{valor} - \text{melhor valor}}{\text{melhor valor}} \quad (17)$$

4.1 RESULTADOS DOS EXPERIMENTOS DE VALIDAÇÃO

Observando-se, na Tabela 2, os resultados dos experimentos com o conjunto de problemas de Dethloff (2001), verifica-se que a BD implementada alcançou o melhor resultado em seis instâncias. O Gap foi de 0,23% em relação à média dos melhores resultados da literatura até o momento, os resultados obtidos por Mine *et al.* (2009).

Observando-se, na tabela 3, os resultados dos experimentos com o conjunto de problemas de Salhi e Nagy (1999), vê-se que foram obtidos quatro resultados que superaram os melhores resultados da literatura até o momento, sendo que, de forma global, a média geral deste trabalho apresentou um Gap de 1,34% em relação à média dos resultados de Mine *et al.* (2009).

Observa-se, ainda, que o resultado para o problema CMT12Y é melhor sob o aspecto da distância total percorrida, mas pior sob o aspecto de custos, haja vista que alocou um veículo a mais do que o resultado obtido por Sosa *et al.* (2008) e por Mine *et al.* (2009). Os termos destacados com (m) nas tabelas indicam que esses são os melhores valores encontrados na literatura. Observam-se, ainda, nas tabelas 2 e 3 que faltam os tempos de processamentos das colunas de dados obtidos por Montané e Galvão (2006) e por Sosa *et al.* (2008). Somente o artigo de Mine *et al.* (2009) apresenta a coluna com o tempo de processamento, o que limita a comparação do desempenho computacional da Busca Dispersa implementada neste trabalho apenas com o trabalho de Mine *et al.* (2009).

Deve-se notar ainda que, nessas tabelas, não são indicadas as unidades de distância. O conjunto de problemas de teste elaborado por Dethloff (2001) corresponde a instâncias de teste geradas aleatoriamente com 50 clientes considerando dois diferentes cenários geográficos: o cenário SCA (“*scattered*”), onde as coordenadas dos clientes são distribuídas uniformemente no intervalo de 0 a 100 e o cenário CON (“*concentrated*”), onde a metade dos clientes é distribuída da mesma forma que o cenário SCA, enquanto que as coordenadas da outra metade são distribuídas no intervalo de 100/3 a 200/3, de modo a representar agrupamentos de clientes. As distâncias são calculadas pela métrica euclidiana em ambos os casos, com base nos valores obtidos de forma aleatória e sem considerar as unidades de distância.

4.2 APLICAÇÃO NA FORÇA AÉREA BRASILEIRA

Verificam-se nos resultados das Tabelas 2 e 3 que o tempo para solução de um PRVCEs por esta

Tabela 2: Conjunto de problemas de Dethloff (2001)

D – Dist.	Montané e Galvão (2006)	Sosa <i>et al.</i> (2008)	Mine <i>et al.</i> (2009)	Este trabalho			
T - Tempo							
Método	BT	BD	GENILS*	BD			
Problema	D	D	D	T(s)	D	t(s)	Gap (%)
SCA3-0	640,7	640,5	635,62 (m)	6,77	640,50	10	0,77
SCA3-1	697,1 (m)	697,8	697,84	8,49	697,84	8	0,11
SCA3-2	655,2 (m)	659,3	659,34	8,13	659,34	6	0,63
SCA3-3	674,6 (m)	680,0	680,04	8,45	680,04	9	0,81
SCA3-4	690,5 (m)	690,5 (m)	690,50(m)	8,09	690,50	9,5	0,00
SCA3-5	656,7 (m)	659,9	659,90	8,19	661,00	5	0,65
SCA3-6	653,6	653,8	651,09 (m)	8,21	653,17	16	0,32
SCA3-7	674,5	659,2	659,17 (m)	6,76	659,17 (m)	22	0,00
SCA3-8	702,2 (m)	719,5	719,48	8,85	719,48	9	2,46
SCA3-9	683,7	681,2 (m)	681,20 (m)	8,63	681,20 (m)	33	0,00
CON3-0	627,7	631,4	616,52 (m)	6,77	616,52 (m)	34	0,00
CON3-1	563,6	554,5 (m)	554,47 (m)	7,76	556,70	14	0,40
CON3-2	517,1 (m)	522,9	518,01	9,28	521,38	22	0,83
CON3-3	596,2	591,2 (m)	591,19 (m)	9,18	591,19 (m)	21	0,00
CON3-4	589,7	591,1	588,79 (m)	6,29	588,79 (m)	7	0,00
CON3-5	567,5	563,7 (m)	563,70 (m)	9,16	564,60	9	0,16
CON3-6	492,5 (m)	506,2	499,05	7,33	498,50	17	1,22
CON3-7	588,2	577,7	576,48 (m)	6,96	577,70	7	0,21
CON3-8	509,8 (m)	523	523,05	8,75	523,05	5	2,60
CON3-9	583,2	580,1	578,25 (m)	6,87	590,70	7	2,15
Médias	618,22	619,18	617,17 (m)	7,95	618,57	13,3	0,23

*algoritmo baseado nas técnicas *ILS*, *VND* e *GENIUS* desenvolvido por Gendreau, Hertz e Laporte (1992).

Fonte: Dethloff, 2001.

Tabela 3: Conjunto de problemas de Salhi e Nagy

V – Veíc.	Montané e Galvão (2006)		Sosa <i>et al.</i> (2008)		Mine <i>et al.</i> (2009)			Este trabalho			
D – Dist.											
Método	BT Adaptativo		BD		GENILS			BD			
Problema	V	D	V	D	V	D	V	D	T(s)	Gap(%)	
CMT1X	3	470	3	475,1	3	466,77	3	466,65 (m)	21	-0,03	
CMT2X	7	700	6	690,5	6	684,21 (m)	6	696,40	115	1,79	
CMT3X	5	719 (m)	5	725,3	5	721,40	5	722,00	182	0,42	
CMT4X	7	878	7	868,5	7	852,46 (m)	7	895,70	544	5,07	
CMT5X	10	1083	10	1069,3	10	1033,5 (m)	10	1070	1544	3,53	
CMT11X	5	910	4	873,2	4	846,23	4	840,50 (m)	346	-0,68	
CMT12X	6	689	6	679,2	6	662,22 (m)	6	669,50	231	1,30	
CMT1Y	3	472	3	473,2	3	466,77 (m)	3	473,60	9	1,46	
CMT2Y	7	695	6	691,1	6	684,21 (m)	7	688,00	48	0,55	
CMT3Y	5	721	5	730,1	5	721,27	5	720,00 (m)	159	-0,14	
CMT4Y	7	880	7	861,0 (m)	7	862,28	7	873,00	777	1,40	
CMT5Y	11	1098	10	1041,2	10	1036,1 (m)	10	1088,3	1511	5,03	
CMT11Y	4	900	4	883,6	4	836,04 (m)	4	843,60	501	0,90	
CMT12Y	6	675	5	686,4	5	663,50	6	652,00 (m)	134	-1,73	
Médias		778		767,7		752,60		762,50		1,34	

Fonte: Salhi e Nagy, 1999.

implementação de BD para até 100 nós pode variar de dois a quatro minutos. Para resolução de problemas com 50 nós, percebe-se que uma boa solução pode ser apresentada em até 21 segundos. A aplicação prática da estratégia de solução aqui proposta baseada em BD deverá ser restrita a essas quantidades de nós, com maior frequência para solução de problemas com tamanho médio de 32 nós, informação esta obtida mediante consultas realizadas no banco de dados do sistema gerenciador de transportes da FAB.

Por meio de uma consulta ao sistema de informações de carga da FAB, pôde-se obter as demandas de entrega e coleta de carga em 33 localidades no território nacional. Foram totalizados os pesos de todas as cargas existentes em cada terminal destinados ao Rio de Janeiro e os pesos de todas as cargas existentes no Rio de Janeiro destinadas a essas localidades. Esse problema foi resolvido pela BD em 9,6s considerando que as entregas sejam realizadas por um único tipo de aeronave, o Hércules, considerando que essa aeronave possui capacidade de transportar 20.000 Kg. Três operadores do sistema de distribuição de materiais da FAB resolveram o mesmo problema sem o auxílio de métodos quantitativos, sendo que o resultado obtido é apresentado na Tabela 4.

Tabela 4: Resultado comparativo entre a solução manual e por BD

Resolvidor	Veículos	Distância (km)	Tempo (min)	Gap(%)*
BD	5	26.305,50 (m)	0,16	0,00
Operador A	5	27.356,70	41	4,00
Operador B	5	27.547,60	46	4,72
Operador C	5	31.341,00	42	19,14

*Gap – desvio percentual em relação à melhor solução (m).
Fonte: experimentos realizados pelo autor.

Outro aspecto interessante na utilização da BD como método de solução para o problema da FAB é que a BD produz sempre b boas soluções ($b = 10$ nesta implementação). Isto implica em flexibilidade para o gestor do sistema, pois, dependendo das circunstâncias, o gestor poderá utilizar qualquer uma dessas soluções, não necessariamente a melhor.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Este trabalho apresentou o método de solução desenvolvido para resolver um Problema de Roteirização de Veículos com Coletas e Entregas Simultâneas (PRVCES). Esse método consiste de uma implementação da metaheurística Busca Dispersa integrada com a metaheurística VND utilizada como método de melhoria de soluções.

Com o objetivo de validar o método desenvolvido, foram comparados os resultados obtidos com a solução dos problemas de Min (1989), de Salhi e Nagy (1999) e de Dethloff (2001). Os resultados obtidos superaram o melhor resultado existente na literatura para o problema de Min (1989), tendo igualado os resultados de seis dentre os vinte melhores resultados para os problemas de Dethloff (2001) e tendo superado quatro dos melhores resultados para os quatorze problemas de Salhi e Nagy (1999) que não trazem restrição de tempo de serviço na rota. Isto indica que o método implementado, a Busca Dispersa integrada com VND, pode ser bastante competitivo para solucionar o PRVCES.

As contribuições mais relevantes deste trabalho quanto à implementação da BD foram os diversos experimentos realizados com o objetivo de se determinar: (i) a técnica mais eficiente para o Método de Geração de Diversificação utilizando três heurísticas construtivas bastante conhecidas, VMP, IMB e CW combinadas na geração de soluções diversas e utilizando o limiar inferior de dissimilaridade para ingresso das soluções no repositório de soluções diversas; (ii) os métodos de busca em vizinhança mais adequados, bem como a sequência de vizinhanças a serem exploradas, com a finalidade de compor o Método de Melhoria com a metaheurística VND; (iii) o melhor Critério de Atualização do Conjunto de Referência para os problemas de teste utilizados comparando-se o método tradicional Q&D proposto por Glover (1998) com o método Q&L proposto por Duarte *et al.* (2009), tendo-se verificado experimentalmente que este favoreceu a obtenção de melhores soluções; e (iv) o método mais adequado de cálculo da dissimilaridade entre soluções. Isto permitiu discriminar as soluções diferentes que apresentaram a mesma contagem de arcos não comuns, possibilitando melhor controle sobre a medida da dispersão no espaço de soluções.

Este trabalho pode ser estendido para atender mais requisitos do problema real da FAB considerando a frota heterogênea e/ou a existência de múltiplos centros de distribuição e considerando restrições de capacidade volumétrica dos veículos, de compatibilidade das cargas e de prioridade de transporte.

Outra possibilidade de extensão deste trabalho seria a modificação do modelo, com vistas a considerar a capacidade das aeronaves em peso e em volume, assim como a minimização dos tempos de entrega/coleta, neste último caso favorável ao desempenho da Força Aérea na eventualidade de conflitos armados ou em situações de calamidade pública.

REFERÊNCIAS

- ANILY, S. The vehicle routing problem with delivery and backhaul options. **Naval Research Logistics**, v. 43, p. 415-434, 1996.
- BEASLEY, J.E.: Route first: cluster second methods for vehicle routing. **Omega**, v. 11, p. 403-408, 1983.
- BALLOU, R.H., **Business Logistics Management: planning, organizing and controlling the supply chain**. 4. ed. [S.I.]: Prentice Hall, 1999.
- BELFIORE, P. P. **Scatter Search para problemas de roteirização de veículos com frota heterogênea, janelas de tempo e entregas fracionadas**. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- BELMORE M.; NEMHAUSER, G. L. The traveling salesman problem: a survey. **Operations Research**, V. 538-558, 1968.
- BIANCHESSI, N.; RIGHINI, G. Heuristic algorithms for the vehicle routing problem with simultaneous pick-up and delivery. **Computers and Operations Research**, v. 34, p. 578-594, 2007.
- CHEN, J. F.; WU, T. H. Vehicle routing problem with simultaneous deliveries and pickups. **Journal of the Operational Research Society**, v. 57, p. 579-587, 2006.
- CLARKE, G.; WRIGHT, J. W. Scheduling of vehicles from a central depot to a number of delivery points. **Operations Research**, v.12, n.4, p. 568-581, 1964.
- CRISPIM, J.; BRANDÃO, J. Metaheuristics applied to mixed and simultaneous extensions of Vehicle Routing Problems with Backhauls. **Journal of the Operational Research Society**, v. 56, p. 1296-1302, 2005.
- CROES, G.A. A method for solving the Traveling Salesman Problems. **Operations Research**, n. 6, p. 791-812, 1958.
- DETHLOFF, J. Vehicle routing and reverse logistics: The Vehicle Routing Problem with Simultaneous Delivery and Pick-up. **OR Spektrum**, v. 23, p. 79-96. 2001.
- DUARTE, A.; MARTÍ, R.; GLOVER, F.; GORTAZAR, F. Hybrid scatter tabu search for unconstrained global optimization. **Annals of Operations Research**, Springer Netherlands, Aug, 2009.
- FEO, T.A.; e RESENDE, M.G.C. Greedy randomized adaptive search procedures. **Journal Global Optimization**, n. 6, p. 109-133. 1995.
- FREITAS, L. M. B.; ARROYO, J. E. C.; MONTANÉ, F. A. T. Heurística VNS para o Problema de Roteamento de Veículos com Coleta e Entrega Simultânea. In: **Simpósio de Pesquisa Operacional e Logística da Marinha - SPOLM**, 10, Rio de Janeiro, 2007.
- GAJPAL, Y.; PRAKASH, A. An Ant Colony System (ACS) for Vehicle Routing Problem with Simultaneous Delivery and Pickup. **Computers & Operations Research**, Ontario, Canada, p. 1-9, mar. 2009.
- GENDREAU, M.; HERTZ, A.; LAPORTE, G. New Insertion and Postoptimization Procedures for the Traveling Salesman Problem. **Operations Research**, v. 40, n. 6, p. 1086-1094, 1992.
- GLOVER, F. A Template for Scatter Search and Path Relinking. In. HAO, J. K. et al. **Lecture Notes in Computer Science**. Springer:[s.n.], 1998, p. 13-54.
- GÖKÇE, E. I. **A revised ant colony system approach to vehicle routing problems**. Turkey: Sabanci University, 2004.
- KESKIN, B. B., ÜSTER, H. A Scatter Search based heuristic to locate capacitated transshipment points. **Computers and Operations Research**. n. 34, p. 3112-3125, 2007.
- MESQUITA, A. C. P. **A meta-heurística Busca Dispersa em Problemas de Roteirização de Veículos com Coleta e Entrega Simultâneas: Aplicação na Força Aérea Brasileira**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Engenharia de Sistemas Logísticos. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- MIN, H. The multiple the vehicle routing problem with simultaneous delivery and pick-up points. **Transportation Research Part** , v. 5, p. 377-386, 1989.
- MINE, M. T.; SILVA, M. S. A.; OCHI, L. S.; SOUZA, M. J. F. Um algoritmo heurístico híbrido para o Problema de Roteamento de Veículos com Entrega e Coleta Simultânea. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 29, 2009, **A Engenharia de Produção e o Desenvolvimento Sustentável: Integrando Tecnologia e Gestão**. Salvador, BA, 2009.
- MONTANÉ, F. A. T.; GALVÃO, R. D. A tabu search algorithm for the vehicle routing problem with simultaneous pick-up and delivery service. **Computers and Operations Research**, v. 33, p. 595-619, 2006.
- MLADENOVIC, N.; HANSEN, P. Variable neighborhood Search. **Computers and Operations Research**, v. 24, p. 1097-1100, 1997.
- NAGY, G.; SALHI, S. Heuristic algorithms for single and multiple depot vehicle routing problems with pickups and deliveries. **European Journal of Operational Research**, v. 162, p. 126-141, 2005.

REGO, C. **Scatter search for Vehicle Routing Problems.** Salt Lake City, Utah: National INFORMS Meeting, 2000.

REGO, C.; LEÃO, P. **A scatter search tutorial for graph-based permutation problems.** Mississippi: The University of Mississippi, 2002.

ROPKE, S.; PISINGER, D. A unified heuristic for a large class of vehicle routing problems with backhauls. **European Journal of Operational Research**, n. 171, p. 750-775, 2006.

ROSENKRANTZ, D. J.; STEARNS, R. E.; LEWIS, P. M. An Analysis of Several Heuristics for the Travelling Salesman Problem. **Siam Journal Computing**, v. 6, p. 563-581, 1977.

RUSSELL, R. A.; CHIANG, W. Scatter search for the vehicle routing problem with time windows. **European Journal of Operational Research**, Tulsa, jun. 2004.

SALHI, S.; NAGY, G. A cluster insertion heuristic for single and multiple depot vehicle routing problems with backhauling. **Journal of the Operational Research Society**, v. 50, p. 1034-1042, 1999.

SOLOMON, M. M. Algorithms for the vehicle routing and scheduling problems with time window constraints. **Operations Research**, v. 35, n. 2, p. 254-265, Mar/-Apr. 1987.

SOSA, N. G. M.; GALVÃO, R. D.; GANDELMAN, G.A. Algoritmo de busca dispersa aplicado ao problema clássico de roteamento de veículos. **Pesquisa Operacional**, v. 27, p. 293-310, 2007.

SOSA, N. G. M.; GANDELMAN, G.A.; SANT'ANNA, A. P. An Analysis of Techniques to Generate Initial Solutions for Scatter Search Methods Applied to the Problem of Vehicle Routing with Simultaneous Delivery and Pickup. In: International Conference on Engineering Optimization - EngOpt 2008. Rio de Janeiro: EngOpt, 2008.

SOSA, N. G. M.; LAGUNA, M.; GANDELMAN, G.A.; SANT'ANNA, A. P. **Scatter Search applied to the Vehicle Routing Problem with Simultaneous Delivery and Pickup.** Disponível em: <<http://leeds-faculty.colorado.edu/Laguna/articles/vrpsdp.html>>. Acesso em: 11 jul. 2009.

SUBRANIAN, A.; OCHI, L. S.; CABRAL, L. A. F. **An efficient ILS heuristic for the Vehicle Routing Problem with Simultaneous Pickup and Delivery.** Rio de Janeiro: Instituto de Computação da UFF, 2008.

WREN, A. e HOLLIDAY, A. Computer scheduling of vehicles from one or more depots to a number of delivery points. **Operations Research**, n. 23, p. 333-344. 1972.

WENDOLSKY, R.; SCHEUERER, S. **A Cluster Based Scatter Search Heuristic for the Vehicle Routing Problem.** Regensburg, Germany: University of Regensburg, 2006.

ZACHARIADIS, E. E.; TARANTILIS, C. D.; KIRANOUDIS, C. T. **A hybrid metaheuristic algorithm for the vehicle routing problem with simultaneous delivery and pick-up service.** Athens, Greece: University of Athens, 2009.

ORIGINAL

Avaliação de Desempenho na FAB

Performance Assessment in the FAB

Evaluación de Desempeño

Tenente Especialista em Serviços Administrativos José Ricardo Honório da Silva

MBA em Gestão de Pessoas - FGV
Mestrando em Administração - UNIEURO
Brasília - DF
jrhsilva@gmail.com

RESUMO

Este artigo tem o objetivo de verificar até que ponto a metodologia utilizada na avaliação de desempenho dos oficiais da Força Aérea Brasileira (FAB), braço armado do Comando da Aeronáutica, está em consonância com as modernas tecnologias de gestão de pessoas. Para a elaboração deste artigo, procedeu-se a um estudo da Instrução de Comando da Aeronáutica (ICA) número 36-4/2009, legislação que regulamenta e instrui o processo de avaliação de desempenho de oficiais da Força Aérea, bem como de outras legislações que lhe dão respaldo legal e metodológico, como o Estatuto dos Militares e publicações diversas sobre o tema. Ao final, é feita uma análise da metodologia, das ferramentas de gestão e das tecnologias de informação em uso na Força Aérea Brasileira, bem como são apresentadas sugestões para o aprimoramento dos processos e das tecnologias de informação utilizadas.

Palavras-chave: Avaliação de desempenho. Gestão de desempenho. Sistema de informação. Sistema de apoio à decisão.

Recebido / Received / Recibido
05/01/11

Aceito / Accepted / Acepto
23/03/11

ABSTRACT

This article aims to verify to what extent the used methodology in evaluating the performance of the Brazilian Air Force, the armed wing of the Air Force Command, is aligned with modern technology of people management. To prepare this article, we proceeded with a study of Statement of the Air Force Command (ICA) number 36-4/2009, a legislation that regulates and directs the process of evaluating the performance of Air Force officers, and some others that provide legal support and methodology, as the Statute of the Military and a wide range of publications on the subject. Finally, it examines the methodology, management tools and information technologies in use in the Brazilian Air Force, and makes suggestions for improving the processes and information technologies used.

Keywords: Performance evaluation. Performance management. Information system. System decision support.

RESUMEN

Este artículo tiene como objetivo verificar hasta qué punto la metodología utilizada en la evaluación de desempeño de los oficiales de la Fuerza Aerea Brasileña (FAB), brazo armado del Comando de la Aeronáutica, está en consonancia con las modernas tecnologías de gestión de personas. Para la elaboración de este artículo, se procedió a un estudio de la Instrucción del Comando de la Aeronáutica (ICA) número 36-4/2009, legislación que regulamenta e instrui el proceso de evaluación de desempeño de oficiales de la Fuerza Aerea, así como, de otras legislaciones que les dan respaldo legal y metodológico, como el Estatuto de los Militares y publicaciones diversas sobre el tema. Al final, es hecho un análisis de la metodología, de las herramientas de gestión y de tecnologías de información en uso en la Fuerza Aerea Brasileña, así como, son presentadas sugerencias para el perfeccionamiento de los procesos y de las tecnologías de información utilizadas.

Palabras-clave: Evaluación de desempeño. Gestión de desempeño. Sistema de información. Sistema de apoyo a la decisión.

INTRODUÇÃO

De acordo com Litto (2000), os militares devem receber a mesma formação que recebem as pessoas de todos os setores de atuação profissional, quais sejam: capacidade de identificar problemas, achar informações para solucioná-los, filtrar informações obtidas para questões de relevância e pertinência, elaborar perguntas penetrantes, tirar conclusões justas e comunicar os resultados a terceiros, de forma clara e convincente, e desenvolver a habilidade de adquirir e compreender conhecimento novo.

Assim, a definição de uma eficaz Política de Recursos Humanos, pautada em modernas tecnologias de gestão de pessoas, é condição indispensável para que a Força Aérea Brasileira possa alcançar seus objetivos estratégicos, com vistas ao cumprimento da sua Missão e à consecução da sua Visão, conforme disposto no Quadro 1.

Desenvolver instrumentos de gestão que garantam a competitividade atual e futura é um desafio que atinge as organizações contemporâneas (BRANDÃO; GUIMARÃES, 2001). A essa assertiva não cabe a

refutação de que a FAB não enfrenta concorrência, por não ser uma organização mercantil com fins lucrativos. A motivação competitiva da Força pode ser percebida em seus Objetivos Estratégicos e na sua Visão, que definem a permanente busca da instituição por ocupar lugar de destaque nos cenários nacional e internacional.

Nesse contexto, a obtenção de vantagem competitiva passa inequivocamente pela gestão estratégica dos recursos humanos, gestão de competências, acumulação do saber e gestão do capital intelectual (BRANDÃO; GUIMARÃES, 2001). Não obstante, qualquer que seja o caminho definido, a avaliação periódica das competências pela mensuração dos desempenhos é prática indispensável.

Dessa forma, este artigo tem o objetivo de verificar até que ponto a metodologia utilizada na avaliação de desempenho dos oficiais da Força Aérea Brasileira está em consonância com as modernas tecnologias de gestão de pessoas. Faz-se uma análise da metodologia, das ferramentas de gestão e das tecnologias de informação em uso na Força Aérea Brasileira. Ao final, são apresentadas sugestões para o aprimoramento dos processos e das tecnologias de informação utilizadas.

Visão	Missão	Objetivos Estratégicos
A FAB estará dimensionada adequadamente para explorar suas características, atuando em qualquer área de interesse, dispondo da capacidade para reagir oportunamente, utilizando seus meios, com elevados níveis de prontidão e adestramento. Ser reconhecida, nacional e internacionalmente, pela prontidão e capacidade operacional para defender os interesses brasileiros em qualquer cenário de emprego, em estreita cooperação com as demais Forças.	Manter a soberania no espaço aéreo nacional com vistas à defesa da Pátria.	Alcançar excelência no Controle do Espaço Aéreo, sob responsabilidade do Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SISCEAB); Alcançar excelência da capacidade operacional da FAB; Otimizar a gestão organizacional do Comando da Aeronáutica (COMAER); Aprimorar o apoio aos militares e civis do COMAER; Modernizar os sistemas de formação e de pós-formação de recursos humanos; Ampliar a capacitação científico-tecnológica da Aeronáutica; Buscar o fortalecimento da Indústria Aeroespacial e de Defesa Brasileira; Habilitar o país no desenvolvimento e construção de engenhos aeroespaciais; Integrar-se permanentemente no desenvolvimento da mentalidade de defesa na sociedade brasileira; e Maximizar a obtenção de recursos orçamentários e financeiros estratégicos para a Aeronáutica.

Quadro 1: Visão, missão e objetivos estratégicos da FAB.
Fonte: Brasil (2009d).

Para a elaboração deste artigo, procedeu-se a um estudo da Instrução de Comando da Aeronáutica (ICA) número 36-4/2009, legislação que regulamenta e instrui o processo de avaliação de desempenho de oficiais da Força Aérea, e de outras legislações que lhe dão respaldo legal e metodológico, como o Estatuto dos Militares e publicações diversas sobre o tema.

Não obstante, foram realizadas consultas e entrevistas com oficiais que trabalham na Comissão de Promoções de Oficiais da Aeronáutica, que operam o Sistema de Avaliação de Desempenho dos Oficiais, a fim de comparar os procedimentos previstos na legislação pertinente com as práticas na execução dos processos.

Este artigo está estruturado em sete seções: esta introdução, onde constam a justificativa, o objetivo e a metodologia utilizada na elaboração deste trabalho; na seção 2, faz-se uma breve revisão da literatura sobre o tema; a terceira seção traz informações sobre a utilização de ferramentas de gestão por organizações brasileiras, conforme pesquisa realizada pela Consultoria *Bain & Company* (FERRAMENTAS..., 2004); na seção 4, são feitas considerações sobre o papel da ética nas organizações contemporâneas; na quinta seção é descrito o processo de avaliação de desempenho dos oficiais da FAB; na sexta seção faz-se uma análise da tecnologia de informação (TI) utilizada no processamento dos dados decorrentes

da avaliação de desempenho; e, por fim, as considerações finais, com as conclusões deste trabalho e sugestões para o aprimoramento do processo e das tecnologias em uso.

1 GESTÃO DE DESEMPENHO

Considerando que este artigo pretende analisar as ferramentas utilizadas pela Força Aérea Brasileira na avaliação de desempenho de seus oficiais, faz-se mister uma breve revisão da literatura sobre o tema.

Para Souza et al., (2005, p. 24), “desempenho é a ação intencional, decorrente da ação de potenciais e competências que permite o alcance de resultados desejados”. Gerir o desempenho é avaliar a extensão dos *gaps* (lacunas), identificar as causas da discrepância e intervir para eliminar as variáveis que se constituem em fontes de problemas. O desempenho do indivíduo é uma consequência de suas competências (BRANDÃO et al., 2008).

Para Stoffel (2000, apud por SOUZA et al., 2005, p. 39), administrar desempenho é um “processo participativo, dinâmico, contínuo e sistematizado de planejamento, acompanhamento, avaliação e melhoria do trabalho, objetivando estimular o alcance de metas organizacionais e a promoção do desenvolvimento dos recursos humanos”.

Até meados da década de 70, a avaliação de desempenho se limitava a verificar a adaptação do homem ao serviço. Com o aumento da complexidade do trabalho e da competitividade, mudanças foram necessárias para adequar o processo de avaliação ao novo cenário corporativo, que passou a ver o homem como integrante do processo produtivo, capaz de influenciar os resultados organizacionais. Essa demanda fez surgir novos modelos organizacionais, bem como novas práticas de avaliação do desempenho humano.

A partir da década de 90, a turbulência no meio organizacional exigiu um novo olhar sobre os recursos humanos, que passaram a ser vistos como ativos estratégicos relevantes, requerendo, dos novos modelos de gestão, mudanças nas práticas gerenciais, capazes de assegurar a substituição do controle *top down* pelo desenvolvimento (SOUZA et al., 2005).

No bojo das mudanças requeridas pelo novo contexto organizacional, surge uma ferramenta que assume o papel de integrar o desempenho humano ao organizacional, denominada *balanced scorecard* (BSC), concebida por Kaplan e Norton (1997), no início da década de 90.

O BSC deve ser percebido como uma bússola que orienta o gerenciamento. Sua principal característica é aproximar o planejamento estratégico da ação organizacional, por intermédio da elaboração e da execução de planos de ação, com o devido acompanhamento e controle de resultados (BECKER,

HUSELID; ULRICH, 2001, apud SOUZA et al., 2005).

O BSC é dividido em quatro perspectivas de desempenho – financeira, clientes, processos internos, aprendizado e crescimento – com objetivos, indicadores, metas e iniciativas para cada uma delas, conforme demonstrado na Figura 1.

O BSC é uma das ferramentas de gestão que mais cresce na avaliação dos gestores, em virtude da sua contribuição para o desenvolvimento das competências individuais e seu alinhamento com as competências organizacionais.

Para Rampersad (2004, apud SOUZA e et al., 2005, p. 67), os elementos básicos da estruturação do BSC são “a missão, a visão, os papéis-chave, os fatores críticos de sucesso, os objetivos, os indicadores de desempenho, as metas e as iniciativas de melhoramento do pessoal”.

2 FERRAMENTAS DE GESTÃO

Pesquisa realizada pela Consultoria *Bain & Company* sobre ferramentas de gestão, em 2002, registrou um aumento no uso dessas ferramentas pelos gestores de organizações brasileiras. Uma das organizações pesquisadas utilizou, em 2002, 13,1 ferramentas, enquanto que em 2000 a utilização havia sido de 10,7 ferramentas, o que representa um acréscimo de 25%. Conforme demonstrado na Figura 2, mais de 80% das organizações pesquisadas utilizaram

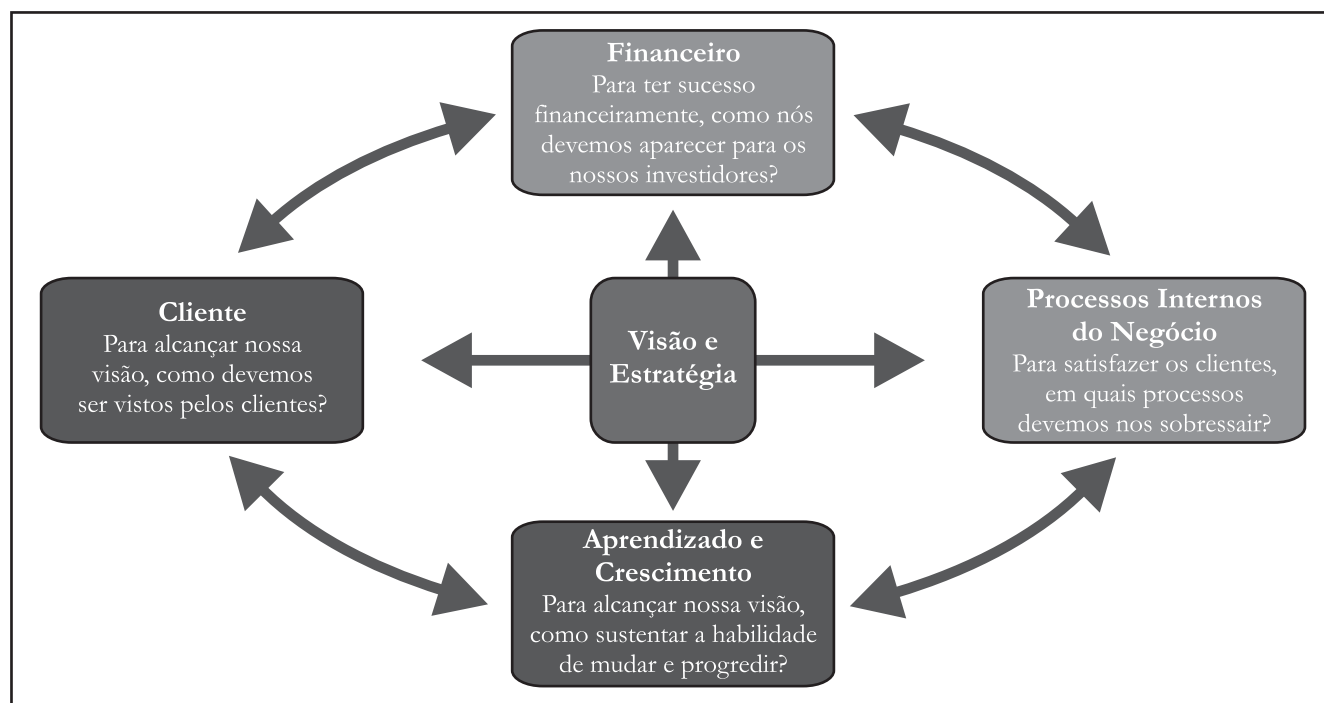


Figura 1: Perspectivas de desempenho do BSC.

Fonte: Kaplan e Norton (1997, apud SOUZA et al., 2005, p. 59).

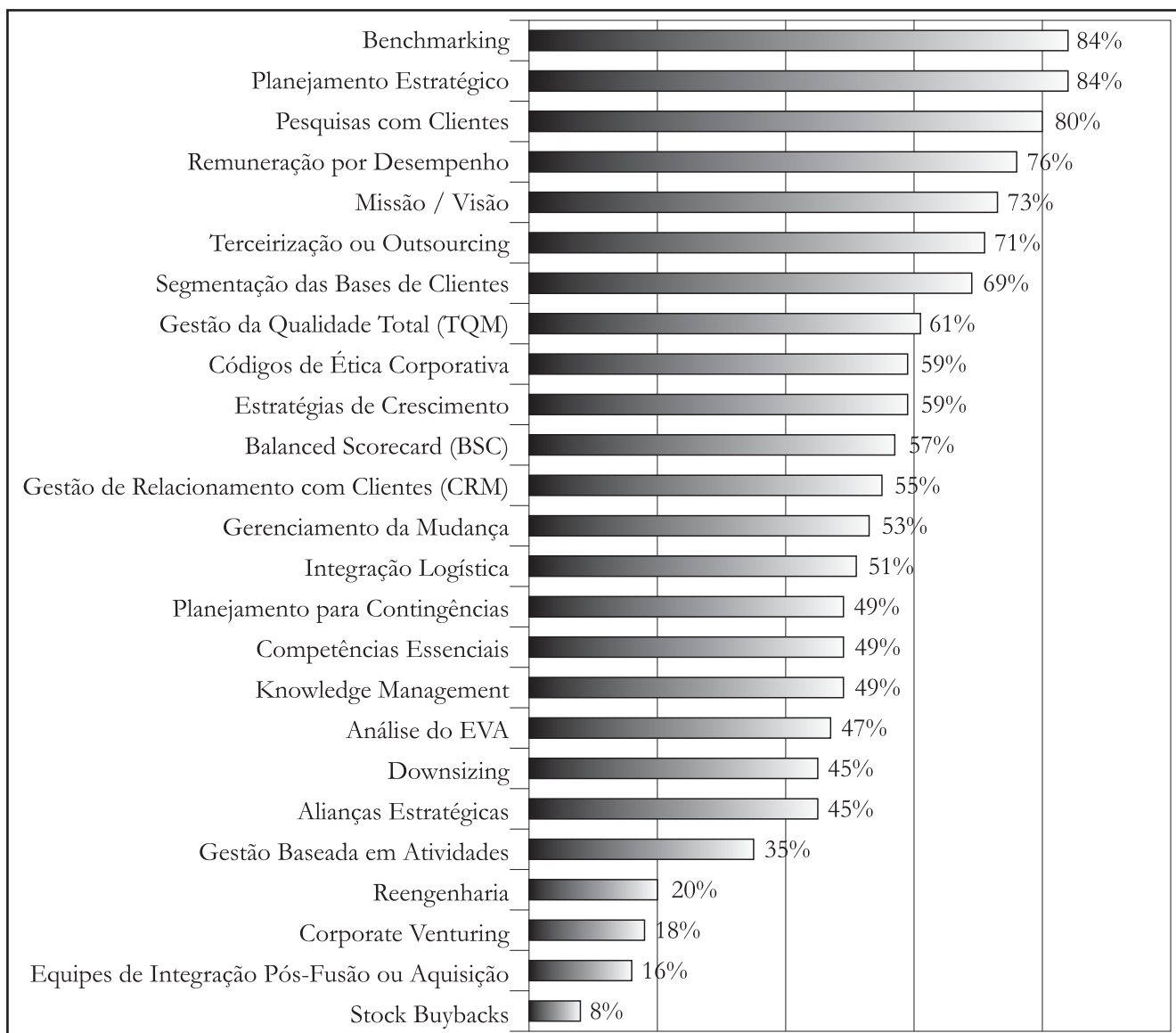


Figura 2: Percentual de organizações que utilizam cada ferramenta de gestão.
Fonte: (FERRAMENTAS..., 2004, p. 42)

as três ferramentas mais populares: *Benchmarking*, Planejamento Estratégico e Pesquisa com Clientes (FERRAMENTAS..., 2004).

Das cinco ferramentas mais utilizadas, de acordo com a pesquisa, sugere-se que a FAB tenha utilizado três delas quando da definição de seu sistema de avaliação de desempenho: *Benchmarking*¹, Planejamento Estratégico e Missão/Visão. O *Benchmarking* se deu junto às Forças Armadas Canadenses e à Força Aérea Americana (BRASIL, 2009a). Quanto ao Planejamento Estratégico e à Missão/Visão, infere-se sua utilização na definição do foco da avaliação, sobre a eficiência revelada no desempenho de cargos e comissões; na potencialidade para o desempenho de cargos mais

elevados; na capacidade de liderança, iniciativa e decisão; nos resultados obtidos nos cursos regulamentares da carreira; e no realce do oficial entre seus pares (FERRAMENTAS..., 2004).

3 A QUESTÃO ÉTICA

O estudo dos juízos de apreciação referentes à conduta humana suscetível de qualificação do ponto de vista do bem e do mal, seja relativamente a determinada sociedade, seja de modo absoluto, é o que chamamos de Ética (FERREIRA, 1996).

O interesse das organizações pela ética tem aumentado nas últimas décadas e essa passou a ser vista

¹ Busca de melhores práticas. É visto como um processo positivo e pró-ativo por meio do qual uma organização examina como outra realiza uma função específica, a fim de melhorar a realização de uma mesma função ou de uma função semelhante.

como fator de sobrevivência corporativa, do ponto de vista econômico, social e ambiental.

Nesse contexto, surgem conceitos novos como o de “sustentabilidade”, relacionado à continuidade dos aspectos econômico, social, cultural e ambiental da sociedade humana, a fim de tornar possível a recomposição das agressões impostas à sociedade e ao ambiente. Para ser sustentável, um empreendimento humano deverá ser ecologicamente correto, economicamente viável, socialmente justo e culturalmente aceito (PAULA, 2007). Nessa mesma linha, surge o conceito de governança corporativa, como sendo este o conjunto de processos, costumes, políticas, leis, regulamentos e instituições que regulam a maneira como uma organização é dirigida, administrada ou controlada.

Em 1992, foi criada a organização americana *Business for Social Responsibility* (Negócios pela Responsabilidade Social), atualmente, com mais de 1.400 empresas afiliadas;

em 1998, foi criado no Brasil o Instituto Ethos, com apenas 11 sócios. Hoje, esse número já ultrapassou 750 afiliados. Em 2000, foi criada a *Social Accountability International* (SAI), com a finalidade de implementar o selo AS 8000, que certifica a conduta ética das empresas em relação aos trabalhadores e o respeito aos direitos humanos (PORTAL EXAME, 2003, apud RIEDE, 2008).

Estudo da Consultoria *Bain & Company*, realizado com 60 organizações brasileiras, definiu o grau de satisfação com as ferramentas de gestão, entre aquelas mais utilizadas no Brasil. A utilização de Códigos de Ética Corporativa ocupa o 3º lugar no *ranking* de satisfação, como mostra a Figura 3. O referido estudo também traz a informação de que 88% dos entrevistados disseram ter orgulho da ética em suas corporações (FERRAMENTAS..., 2004).

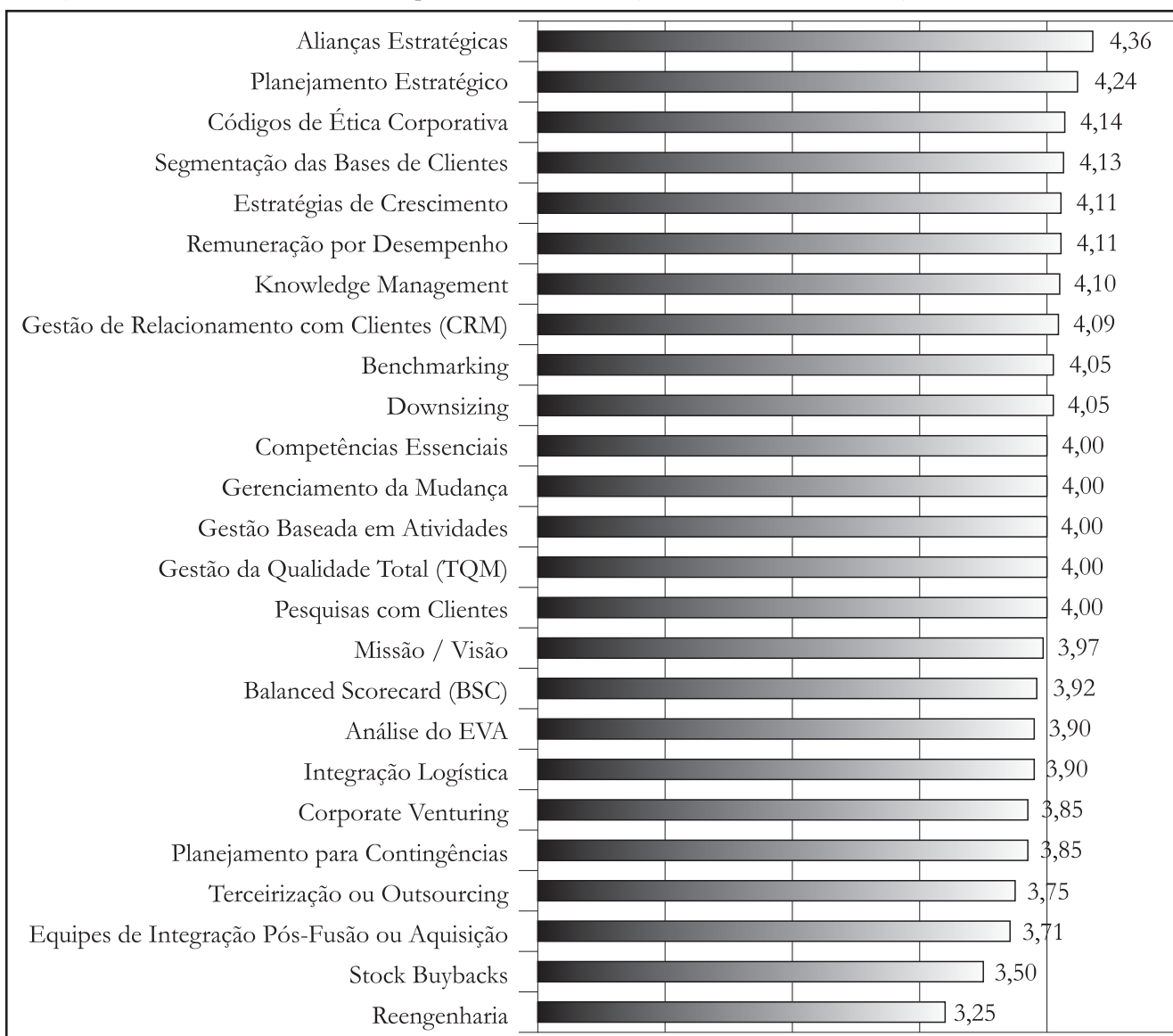


Figura 3: Grau de Satisfação das Organizações Brasileiras com as Ferramentas de Gestão (Escala de 0 a 5)
Fonte: (FERRAMENTAS..., 2004, p. 43).

A definição e o cumprimento de preceitos éticos inerentes ao processo de avaliação de desempenho é fator preponderante para a geração de informações consistentes e confiáveis, bem como para a credibilidade do processo e das ferramentas utilizadas.

Para os profissionais das Forças Armadas do Brasil, a preocupação com a ética não é recente. Também não significa uma escolha, mas uma obrigatoriedade patente e legal, com as devidas sanções disciplinares e penais para os casos em que haja violação comprovada dos preceitos éticos definidos.

O Código de Ética Militar, constante do artigo 28 do Estatuto dos Militares, tem a peculiaridade de ser elemento de observação obrigatória e define padrões de comportamento indissociáveis da conduta do militar, inclusive para aqueles que já se encontram na inatividade (BRASIL, 2009b).

Destarte, a Instrução de Comando da Aeronáutica que regulamenta o processo de avaliação de desempenho dos oficiais da FAB prima pelo cumprimento dos preceitos éticos da caserna, com ênfase ao inciso V do citado artigo, que prevê justiça e imparcialidade no julgamento dos atos e na apreciação do mérito dos subordinados (BRASIL, 2009a).

4 AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE OFICIAIS DA FAB

O processo de avaliação de desempenho dos oficiais da FAB tem por objetivo a verificação da *performance* de cada oficial, nas diversas áreas de atuação, a fim de que lhe seja oferecido o *feedback* construtivo necessário ao permanente aprimoramento individual. A avaliação de desempenho é ferramenta importante para a construção de indicadores que orientam as decisões da alta gerência da Força Aérea na seleção e designação de oficiais para os mais elevados postos, cargos e comissões da instituição, no Brasil e no exterior (BRASIL, 2009a).

Em virtude da grande importância da avaliação de desempenho para a Força Aérea, foi criada, em 1941, a Comissão de Promoções de Oficiais da Aeronáutica (CPO), órgão permanente de assessoramento às decisões

do então Ministério da Aeronáutica. Com a extinção desse Ministério e a criação do Comando da Aeronáutica, a CPO permaneceu com o mesmo *status* de órgão de assessoramento, cuja missão é assessorar o Comandante da Aeronáutica nos assuntos relativos à promoção no Corpo de Oficiais da Ativa da Aeronáutica.

Até meados da década de 90, a CPO gerenciava o processo de avaliação de desempenho por meio de fichários e arquivos físicos. Com o surgimento das novas tecnologias de informação, oferecendo Sistemas de Informação Baseados em Computador (SIBC), a CPO desenvolveu e implementou um sistema informatizado, que favorece aos próprios avaliadores a inserção de dados decorrentes do processo de avaliação, a partir de qualquer ponto do território nacional e fora dele, necessitando apenas de um computador interligado à sua rede interna (*intranet*).

Conforme demonstrado na Figura 4, a base de dados sediada na CPO é alimentada de forma remota e, por meio de *softwares* específicos, processa esses dados e gera informações por intermédio de um SIBC, com vistas a atender às demandas do Comando da Força, no que se refere às promoções e à seleção para cargos e comissões.

Com o auxílio de modernas ferramentas de gestão, como planejamento estratégico, código de ética, *benchmarking* e missão/visão, a FAB executa o processo de avaliação de desempenho de oficiais, a partir do primeiro ano após o término do curso de formação de oficiais, por intermédio de instrumentos próprios, conforme o previsto na Instrução de Comando 36-4/2009 (Avaliação de Desempenho de Oficiais da Aeronáutica), a saber:

Ficha CPO-2 – Avaliação de Aspirante-a-Oficial

Esta é uma ficha virtual utilizada para a avaliação de aspirante-a-oficial, com o objetivo de verificar a suficiência de conceitos profissional e moral do avaliado, com vistas à promoção ao primeiro posto do oficialato.

Após as considerações do avaliador, a ficha é encaminhada via SIBC para o Comandante da Organização Militar onde está lotado o avaliado, que fará

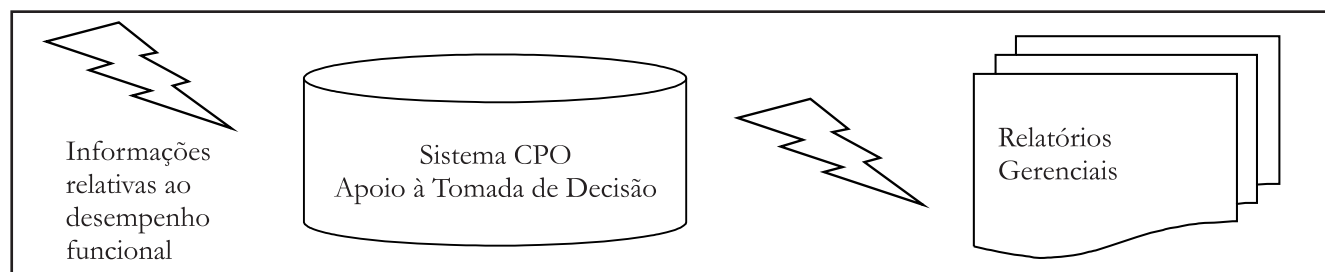


Figura 4: Sistema de Apoio à Decisão - SAD
Fonte: Souza e outros (2005).

a revisão das apreciações do avaliador, antes da avaliação ser homologada pela CPO.

No que se refere ao perfil profissional, o avaliador formula a apreciação do avaliado, comentando, com base em fatos, o desempenho e o comportamento observados no estágio probatório.

O conceito moral é construído pelo avaliador com base na observação da conduta do aspirante-a-oficial no ambiente de trabalho e no meio civil, considerando os seguintes aspectos:

a) no ambiente de trabalho: adota conduta ética, íntegra e honesta; assume responsabilidade pelas suas ações; comporta-se com dignidade; defende interesses legítimos; é fiel aos compromissos assumidos com a Instituição; e é leal a superiores, pares e subordinados; e

b) no meio social: comportamento em público; educação e vida privada; honradez nos compromissos financeiros assumidos; cortesia e urbanidade; correção de atitudes na sociedade; observância das convenções sociais; respeito às leis, instituições e autoridades civis; frequência a lugares compatíveis com o decore de sua classe e cumprimento dos deveres de cidadão (BRASIL, 2009a).

Ficha CPO-1 – Avaliação de Oficial

Este instrumento é utilizado na avaliação de oficiais dos postos de segundo-tenente, primeiro-tenente, capitão, major, tenente-coronel e coronel. A avaliação é feita por um oficial com precedência hierárquica sobre o avaliado, que apreciará o desempenho profissional no exercício do cargo, o comportamento e a conduta, durante o período de um ano.

O oficial avaliador, após concluir a avaliação, encaminha a ficha via SIBC para o oficial revisor, que tem precedência hierárquica sobre este, que fará a revisão das apreciações do avaliador, ratificando ou retificando o parecer emitido pelo avaliador, antes da homologação da avaliação pela CPO.

Durante o processo de avaliação, que tem a duração de um ano, seguem-se as fases de Planejamento, Acompanhamento e Avaliação, durante as quais são apreciados: a eficiência revelada no desempenho de cargos e comissões; a potencialidade para o desempenho de cargos mais elevados; a capacidade de liderança, iniciativa e decisão; os resultados obtidos nos cursos regulamentares da carreira e o realce do oficial entre seus pares.

As fases do processo de avaliação compreendem:

a) Planejamento – esta fase compreende o estabelecimento de objetivos e metas a serem alcançados, dos recursos necessários, do desempenho,

dos comportamentos e conduta esperados e dos indicadores sobre os quais será realizada a avaliação. Nesta etapa, portanto, são estabelecidas as diretrizes, metas e orientações preliminares para o início dos trabalhos de avaliação;

b) Acompanhamento – tem a finalidade de assegurar que o desempenho e a execução correspondam ao que foi planejado, o que pressupõe a necessidade de identificar desvios que porventura ocorram, estabelecer alternativas de solução e implementar ações para corrigir as falhas detectadas. Nesta etapa, o avaliado é acompanhado e orientado no cargo que exerce; e

c) Avaliação – destina-se a comparar o desempenho e os resultados alcançados com aqueles esperados e planejados, figurando como consequência das fases anteriores. Nesta etapa, os registros são transcritos para a ficha CPO-1, e o avaliador realiza a entrevista final de avaliação com o avaliado, na qual ocorre a crítica e são fornecidas as orientações finais relativas ao desempenho deste no período de avaliação considerado (BRASIL, 2009a).

A avaliação de desempenho de oficiais da FAB tem papel preponderante para a carreira dos oficiais, bem como para a tomada de decisões da alta gerência da instituição, denominada Alto-Comando, constituído pelo Comandante da Aeronáutica e pelos Oficiais-Generais do posto de Tenente-Brigadeiro, o posto mais alto da hierarquia militar na Força Aérea Brasileira.

Por intermédio do processo de avaliação, a FAB objetiva levantar dados que possibilitem fornecer ao avaliado o *feedback* construtivo de seu desempenho profissional, a fim de que ele identifique os aspectos positivos e negativos, e proceda ao necessário realinhamento dos desempenhos insatisfatórios, com vistas ao aprimoramento individual.

Para os Comandantes de Organizações Militares onde servem os avaliados, a avaliação é fonte de dados e informações relevantes para o aproveitamento eficiente de suas competências profissionais individuais (conhecimentos, habilidades e atitudes), e na alocação para cargos e funções nos quais possam produzir os melhores resultados.

O Alto-Comando, por intermédio da Comissão de Promoções de Oficiais da Aeronáutica, utiliza as informações decorrentes da avaliação para: a seleção de oficiais para a assunção de cargos relevantes, participação em comissões no Brasil e no exterior, e concessão de condecorações, promoções e cursos de carreira.

Destarte, para que a FAB se mantenha eficiente e alinhada com as tendências de gestão de pessoas, com vistas a um desenvolvimento sustentável de seu capital intelectual, é imprescindível adotar e manter tecnologias

de gestão atualizadas e que atendam às especificidades da instituição, principalmente no que se refere à avaliação das competências individuais e ao respectivo desempenho.

Tendo em vista a rígida estratificação hierárquica na estrutura das organizações militares, o processo de avaliação de desempenho na Força se faz de forma verticalizada, no qual apenas os oficiais que tenham precedência hierárquica e funcional sobre o avaliado podem fazer a avaliação de desempenho. Assim, fica patente a inviabilidade de se realizar, por exemplo, avaliação do tipo 360°.

Todavia, diferentemente de experiências em organizações civis, percebe-se que esse tipo de gestão adequa-se à cultura castrense, sem oferecer óbices ou desvantagens para a consecução dos objetivos estratégicos da organização, bem como ao aprimoramento das competências individuais.

5 GESTÃO DE DESEMPENHO COM BASE EM SIBC

A legislação que regulamenta e instrui o processo de avaliação de desempenho da Força Aérea estabelece que os fundamentos e procedimentos do processo visam ao provimento de *feedback* construtivo aos avaliados e ao permanente aprimoramento da sistemática de seleção aos postos, cargos e comissões mais elevados da carreira (BRASIL, 2009a).

Do exposto, a avaliação de desempenho dos oficiais da Força Aérea é responsável pelo levantamento de dados que auxiliarão a tomada de decisão da alta gerência da organização, tanto para o fornecimento de *feedback* aos avaliados, quanto para a seleção destes para postos, cargos e comissões.

Destarte, considerando-se que o *feedback* construtivo e seleção para postos, cargos e comissões estão inseridos nos objetivos estratégicos da organização, pode-se inferir a necessidade de um SAD (Sistema de Apoio à Decisão) que viabilize a construção e o fornecimento de informações baseadas nos dados geridos pelo processo de avaliação, capaz de atender às demandas estratégicas da organização.

Enquanto que para Sprague e Watson (1991), qualquer sistema de informação que forneça fundamentos para auxílio à decisão é um SAD, Lucas (1990) defende que o SAD é um SIBC que auxilia o processo de tomada de decisão utilizando dados e modelos para resolver problemas que não apresentam um procedimento prévio para se chegar a uma solução. Assim, ajuda a interpretar dados e a tomar decisões estratégicas para a organização.

Para Silva (2007), existem vários tipos de sistema de informação destinados a apoiar distintos níveis organizacionais, funções e processos, conforme demonstrado na Figura 5. Anthony (2005, apud SILVA, 2007), defende que os sistemas de informação são estruturados para atender aos interesses da organização

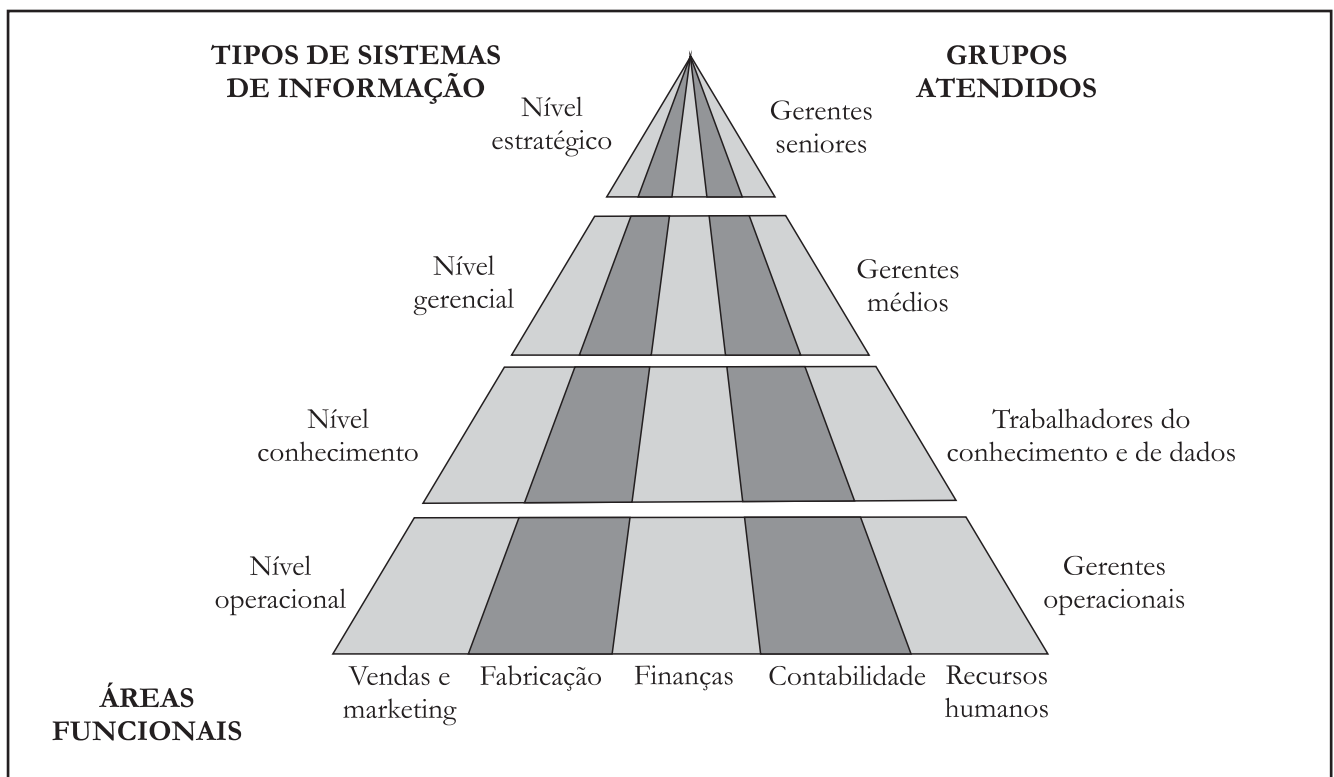


Figura 5: Tipos de Sistemas de Informação.
Fonte: Laudon (2004, p. 40).

em seus diversos níveis e os define em quatro níveis: estratégico, gerencial, de conhecimento e operacional.

De acordo com depoimento do chefe da Seção de Informática da Secretaria da Comissão de Promoções de Oficiais (SECPROM), a Força Aérea possui um sistema estruturado de apoio à decisão, característico de níveis gerenciais, para o tratamento dos dados decorrentes do processo de avaliação. Entretanto, a relevância das informações e demandas do nível estratégico por projeções e novas possibilidades de dimensionamento dos dados sinalizam a necessidade de desenvolvimento de um SAD para a alta gerência, pautado na tecnologia *data warehouse*, ainda não implementada na CPO (SILVA, 2007).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de não haver unanimidade na opinião dos avaliados quanto à consistência dos indicadores construídos com o produto da avaliação de desempenho, de acordo com informações obtidas por intermédio de consultas informais a oficiais avaliados, esta tem se mostrado uma ferramenta importante, útil e confiável para a tomada de decisões das autoridades da Força Aérea, atendendo às demandas do Comando da Força, cumprindo, assim, o papel norteador da política de pessoal da instituição, no que se refere à avaliação do mérito e das competências individuais, conforme depoimento do Secretário da CPO.

De acordo com o previsto na legislação que regulamenta e instrui o processo de avaliação, com os depoimentos de oficiais consultados e com as práticas observadas no processo de avaliação de desempenho, infere-se que a Força Aérea esteja em consonância com as modernas ferramentas de gestão de desempenho baseada nas competências, haja vista a utilização de planejamento estratégico, *benchmarking* e missão/visão, além de estimular e exigir uma permanente retroalimentação do sistema de avaliação

por intermédio de *feedback* e orientações periódicas aos avaliados e avaliadores.

Não obstante, considerando-se a necessidade da permanente busca pela excelência do processo de avaliação de desempenho e das ferramentas utilizadas, sugere-se que a Força Aérea Brasileira considere a possibilidade de aprimoramento desse processo e das tecnologias de informação voltados para a avaliação de desempenho, nos seguintes aspectos:

a) desenvolver e implementar uma certificação do *feedback* fornecido pelos oficiais avaliadores aos avaliados, visando aferir o processo de avaliação no que se refere à correção das discrepâncias e a eliminação dos *gaps* de competência e desempenho, detectados durante o processo de avaliação;

b) incrementar a cultura do desenvolvimento de competências individuais, por intermédio de práticas compensatórias do desempenho auferido; e

c) construir um sistema de apoio à decisão de nível estratégico, pautado na tecnologia *data warehouse*, com vistas à otimização do atendimento às demandas da alta gerência.

Vale ressaltar que estas sugestões não esgotam as possibilidades de aprimoramento do processo de avaliação de desempenho da FAB. Uma análise em profundidade, objeto de um estudo *stricto sensu*, pode ser realizada com o intuito de suscitar novas metodologias de avaliação, modernas formas de aferição dos resultados e, sobretudo, um adequado sistema de informação capaz atender às demandas estratégicas da organização.

Por fim, considerando que gerir pessoas estrategicamente passa pela gestão das competências e dos desempenhos individuais, torna-se imprescindível que a Força Aérea Brasileira atente para a relevância da permanente atualização de seus oficiais, quanto à importância do processo de avaliação de desempenho na construção do capital intelectual, fator preponderante para a consecução dos objetivos estratégicos da organização.

REFERÊNCIAS

BRANDÃO, H. P. Competências no trabalho: uma análise da produção científica brasileira. **Estudos de Psicologia**, Natal, v. 12, n. 2, p. 149-158, 2007.

BRANDÃO, H. P. et al. Gestão de desempenho por competências: integrando a gestão por competências, o *balanced scorecard* e avaliação 360 graus. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 5, p. 875-898, 2008.

BRANDÃO, H. P.; GUIMARÃES, T. A. Gestão de competências e gestão de desempenho: tecnologias

distintas ou instrumento de um mesmo construto?. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 41, n. 1, p. 8-15, 2001.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Comissão de Promoções de Oficiais da Aeronáutica. **ICA 36-4/2009: avaliação de desempenho de oficiais da Aeronáutica**. Brasília, DF, 2009a.

BRASIL. Constituição (1998). Capítulo II, Das Forças Armadas, artigo 142. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constitui%C3%A7ao.htm>. Acesso em: 8 jun. 2009b.

- BRASIL. **Lei nº 6.880, de 9 dez. 1980**: Estatuto dos militares. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6880.htm>. Acesso em: 12 jun. 2009c.
- BRASIL. **Plano estratégico militar da Aeronáutica (PEMAER)**. Estado-Maior da Aeronáutica. Brasília, DF, 2009d.
- FERRAMENTAS para o Crescimento. **HSM Management**. São Paulo, 2004. Disponível em: <<http://br.hsmglobal.com/adjuntos/14/documentos/000/061/0000061220.pdf>>. Acesso em: 8 jun. 2009.
- FERREIRA, A. B. H. **Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa**. 2. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1996.
- HART, S. L.; MILSTEIN, M. B. Criando valor sustentável. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, n. 2, p. 66-79, 2004.
- KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. **A estratégia em ação: balanced scorecard: como as empresas que adotam o balanced scorecard prosperam no novo ambiente de negócios**. Rio de Janeiro: Campus, 1997.
- LAUDON, K. C.; LAUDON, J. P. **Sistemas de informação gerenciais: administrando a empresa digital**. 5. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2004.
- LITTO, F. M. **A educação de militares na sociedade contemporânea**. [São Paulo]: USP, 2000. Disponível em: <http://www.futuro.usp.br/producao_cientifica/artigos/fl_edumilitares.htm>. Acesso em: 13 dez. 2008.
- LUCAS, C. H. J. **Information systems concepts for management**. São Paulo: McGraw-Hill International, 1990.
- PAULA, C. de. O futuro a gente faz agora. **Planeta Sustentável**, 2007. Disponível em: <http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/sustentabilidade/conteudo_226382.shtml>. Acesso em: 21 maio 2009.
- RIEDE, A. S. **Ética empresarial e responsabilidade social**. Brasília, DF: FGV, 2008.
- SILVA, A. F. da. **Sistemas de apoio à decisão: análise do processo de desenvolvimento de software no contexto do Centro de Computação da Aeronáutica de Brasília**. Monografia (Curso de Comando e Estado-Maior) – Escola de Comando e Estado-Maior da Aeronáutica. Universidade da Força Aérea, Rio de Janeiro, 2007.
- SOUZA, V. L. et al. **Gestão de desempenho**. Rio de Janeiro: FGV, 2005.
- SPRAGUE, R. H.; WATSON, H. J. **Sistemas de apoio à decisão**. São Paulo: Campus, 1991.

A compatibilidade entre o conceito de uniforme de combate da Força Aérea Brasileira e os ambientes operacionais prospectados pela Estratégia Nacional de Defesa

The compatibility between the concept of the Brazilian Air Force battle uniforms and the performance environments prospectated by the National Defense Strategy

La compatibilidad entre el concepto de uniforme de combate de la Fuerza Aérea Brasileña y ambientes operativos prospectados por la Estrategia Nacional de Defensa

Capitã Intendente Fernanda Maria Andrade Bittencourt
MBA em Gestão Estratégica de Recursos Humanos pela Fundação Getúlio Vargas
e em Gestão Pública pela Universidade Federal Fluminense. Rio de Janeiro, RJ
EAOAR/UFF - Rio de Janeiro - RJ
nanda_bittencourt@yahoo.com.br

RESUMO

Esta pesquisa objetivou analisar qualitativamente a compatibilidade entre o conceito do uniforme de combate em uso, atualmente, na Força Aérea Brasileira (FAB) e os ambientes de atuação da Força prospectados pela Estratégia Nacional de Defesa. Foi utilizado o método pragmatista, fundamentado na teoria semiótica peirceana e nas bases conceituais do *design*, para inferir o conceito intrínseco ao 10º uniforme do Regulamento de Uniformes para os Militares da Aeronáutica. Dessa análise, inferiu-se que esse uniforme foi concebido como um uniforme de combate de média tecnologia, destinado a militares da FAB, parcialmente adequado ao emprego em campanha, diurna ou noturna, em selva e em floresta tropical úmida. Identificou-se, contudo, que as possíveis áreas de operação da Força são ocupadas pelos mais diferentes biomas existentes no Brasil e no mundo, com o agravante de que, no ambiente operacional prioritário Amazônia, ocorre similar diversidade, com a coexistência de savana, campos e floresta equatorial no mesmo bioma. Logo, apoiada na lógica semiótico-pragmática, esta pesquisa concluiu que o conceito de uniforme de combate em uso, atualmente, na Força Aérea Brasileira pode ser considerado apenas parcialmente compatível com as áreas de operação da Força prospectadas pela Estratégia Nacional de Defesa em que estão presentes os biomas Amazônia, Mata Atlântica e demais florestas tropicais úmidas ou equatoriais e incompatível com todas as outras.

Palavras-chaves: Uniforme de combate. *Design*. Estratégia nacional de defesa. Ambiente operacional.

Recebido / Received / Recebido
05/01/11

Aceito / Accepted / Acepto
23/03/11

ABSTRACT

This research aimed to analyze qualitatively the compatibility between the concept of battle uniforms currently in use in the Brazilian Air Force and the performance environments prospected by the National Defense Strategy to the Force. Pragmatist method was used, based on the Peircean semiotic theory and the conceptual foundations of design, to infer the concept which was intrinsic to the 10th uniform from the Regulation of the Uniforms for the Air Force Military Personnel. From this analysis, it was inferred that this uniform was designed as a battle uniform of medium technology, for the Brazilian Air Force military personnel, partially adequate to be employed in campaign, during the day or at night, in the jungle and subtropical rainforest. However, it was identified that the potential operational areas of the Force are occupied by many different biomes in Brazil and worldwide, with the aggravating factor that, in its priority operational environment, the Amazon, similar diversity occurs as savannas, grasslands and rainforest coexist in the same biome. Therefore, based on the semiotic-pragmatic logic, this research concluded that the concept of the battle uniform currently in use in the Brazilian Air Force may be considered only partially compatible with the operational areas prospected by the National Defense Strategy to the Force where the biomes Amazon and Atlantic Rainforest or other tropical moist forests are present and incompatible with all others.

Keywords: Battle uniform. Design. National Defense Strategy. Operational environment.

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo analizar cualitativamente la compatibilidad entre el concepto de uniforme de combate en uso hoy en día en la Fuerza Aérea Brasileña (FAB) y los ambientes de actuación de la Fuerza que fueron prospectados por la Estrategia de Defensa Nacional. El método pragmático fue utilizado, basado en la teoría semiótica de Peirce y la base conceptual de diseño, para inferir el concepto intrínseco al 10º uniforme del Reglamento de Uniformes de los Militares de Aeronáutica. A partir de este análisis, se infiere que se concibió este uniforme como un uniforme de combate de tecnología media, para los militares de la FAB, adecuado para el uso en ejercicios de campaña durante el día o la noche, en la selva y la selva tropical húmeda. Se identificaron, sin embargo, que las posibles áreas de operación de la Fuerza son ocupados por muchos biomas diferentes en Brasil y en todo el mundo, con el agravante de que, en el ambiente operativo de prioridad Amazonía, ocurre diversidad similar, con la coexistencia de la sabana, campos y selva ecuatorial en el mismo bioma. Luego, basado en la lógica semiótico-pragmática, esta investigación concluyó que el concepto de uniforme de combate hoy en uso en la Fuerza Aérea de Brasileña se considera sólo parcialmente compatible con las áreas de operación de la Fuerza prospectadas por la Estrategia de Defensa Nacional en que se incluyen los biomas Amazonía, la Mata Atlántica y otras selvas tropicales húmedas o ecuatoriales e incompatible con todas las demás.

Palabras-clave: Uniforme de combate. Diseño. Estrategia nacional de defensa. Ambiente operacional.

INTRODUÇÃO

A evolução tecnológica e cultural trouxe-nos ao século XXI trajando roupas pensadas muito além de suas funções práticas e simbólicas, conjugando moda e ciência (MAHMOOD GROUP, 2010). Como uma importante vertente do vestuário, o uniforme militar não só tomou parte nessa evolução, como serviu de base para o desenvolvimento tecnológico experimentado pela indústria têxtil desde a Segunda Guerra Mundial (SATAM, 2007). O vestuário militar deixou de ser apenas um meio de identificação, distinção e proteção para tornar-se parte integrante do equipamento do combatente (JAVAID, 2010).

Países como França, Estados Unidos, Finlândia, Itália, Inglaterra (e todo o *Commonwealth*) e Rússia, entre outros, listam uniformes entre seus equipamentos e

os tratam como objeto de pesquisa e desenvolvimento enquanto equipamentos de alta tecnologia. Em 2009, segundo dados de sua Agência de Logística de Defesa, os Estados Unidos aplicaram US\$ 2,848,000,000.00 na pesquisa e no desenvolvimento de uniformes e acessórios ou equipamentos individuais de base têxtil para uso em combate (ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, 2009). Nesse país, tais uniformes são denominados uniformes de combate, em expressões que agregam o designativo de cada Força. No Brasil, contudo, o conceito de uniforme de combate ainda é pouco explorado.

Nas medidas de implementação da Estratégia Nacional de Defesa (END) adjudicadas ao Exército, inclui-se como prioritária a aproximação do equipamento individual do combatente às tecnologias necessárias ao combatente do futuro. Não houve, no entanto, outro movimento semelhante nas demais Forças Armadas provocado por

essa Estratégia, embora ela dê elevado destaque ao fator humano e à tecnologia. Por outro lado, o preparo do combatente para a pronta-resposta está mencionado ou subentendido em várias das vinte e três diretrizes da END, as quais também abrem espaço para a reflexão acerca do fardamento e do equipamento individual. Essas diretrizes foram agrupadas pelo Ministério da Defesa (MD) em quatro grandes blocos: dissuasão; articulação e emprego conjunto; ciência e tecnologia; e relações internacionais.

O primeiro bloco de diretrizes trata do poder de dissuasão. Para tanto, exigir-se-á do combatente, segundo o próprio MD, mobilidade, flexibilidade, qualificação, rusticidade, audácia e ação em rede. Planeja-se também o reposicionamento das três Forças, agrupando-as ao longo da fronteira e nas regiões Centro-Oeste e Centro-Sul.

Para que se atenda ao segundo bloco de diretrizes, o MD preconiza a otimização dos recursos humanos; a flexibilização do combatente com predicados de forças não convencionais; o preparo para missões de observador logístico; e o desenvolvimento da capacidade logística, especialmente na Amazônia. Para desenvolver adequadamente a capacidade logística, não é possível negligenciar o atendimento dos recursos humanos e de seus equipamentos.

No terceiro grupo de diretrizes, preconiza-se o desenvolvimento da indústria nacional de defesa, para que equipamentos individuais e têxteis sejam um campo de alta fecundidade tecnológica. Aqui, a END lega especial atenção à Força Aérea e seu complexo tecnológico de São José dos Campos.

Por fim, o quarto grupo de diretrizes alerta para a necessidade de preparo para missões de manutenção de paz internacionalmente. Isso inclui a equipagem e o fardamento do militar desdobrado conforme o cenário onde transcorrer a missão.

O trato do uniforme de combate enquanto equipamento é crítico para o sucesso na implementação de novas tecnologias, doutrinas ou procedimentos conforme preconizado pela END, visto que está relacionado diretamente com o desempenho do seu usuário e que afeta indiretamente os custos de implementação. Essa visão do uniforme de combate deve estar presente desde a sua concepção. Qual o conceito utilizado na criação do uniforme de combate da FAB? Estaria esse conceito alinhado com as necessidades sugeridas pela END? Por conceito, entenda-se tanto o seu significado (É um equipamento de combate? É um uniforme de serviço? De que tipo?) quanto aquilo existente entre o conceber e o concebido pelo criador, isto é, o conjunto de características, representações e designações que fundamentaram a sua concepção enquanto objeto.

Os fundamentos para elaboração das hipóteses de emprego (HE) determinados pela nova END sugerem uma provável necessidade de adaptação dos uniformes aos ambientes em que serão possivelmente utilizados. O deslocamento de inúmeras unidades para a Amazônia, por exemplo, como consequência da aplicação da END, demanda incremento nos uniformes adaptados a esse meio. Também o emprego das Forças Armadas sob a égide de organismos internacionais implica o desdobramento para meios muito diversificados, redundando em novas necessidades quanto ao fardamento. Exemplo disso é a atuação da Força Aérea em missões de paz na África, em regiões de deserto, bioma em que o camuflado de selva não é funcional.

Diante do contexto exposto, este trabalho ateu-se a pesquisar a adequação do conceito do uniforme da FAB à END, enquanto equipamento de combate. Para isso, propôs-se a responder ao seguinte questionamento: o conceito do uniforme de combate em uso na FAB, atualmente, é compatível com as áreas de operação da Força prospectadas pela END atual? Propondo-se a investigar esta questão, buscamos verificar quais seriam os ambientes em que essas ações se desenvolvem e qual o conceito de emprego do uniforme de combate da FAB.

Desta maneira nosso objetivo geral é analisar qualitativamente a compatibilidade entre o conceito do uniforme de combate da FAB e os ambientes de atuação da Força prospectados pela END.

O resultado deste trabalho poderá servir de substrato para pesquisas mais aprofundadas no campo do planejamento estrutural do uniforme militar, auxiliando a identificação de problemas no seu *design* e a elaboração de propostas de soluções funcionais para esses problemas de uma forma mais efetiva e coerente com o planejamento estratégico da Força.

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Todo objeto porta uma informação. Segundo a Teoria do Ambiente Objetual (LÖBACH, 2001), os homens relacionam-se com as coisas e entre si através ou por meio das coisas. Essas relações objetualizadas foram estudadas apenas parcialmente até os dias de hoje. Os ramos da teoria da informação que as estudam são a cibernética, a percepção estética, a psicologia da forma (*gestalt*) e a semiótica.

A teoria semiótica permite analisar as mensagens em si mesmas, nos seus aspectos qualitativos e sensoriais (ECO, 1991). Aproximando essa teoria do objeto desta pesquisa, encontra-se em Eco (1989) uma das primeiras identificações do vestuário como comunicação. A vestimenta que constitui o uniforme é produto de um

processo pelo qual o *concebedor* emite uma mensagem, fazendo a sintaxe entre o conceito que elaborou abducativamente e o suporte material disponível para a comunicação. O conceito de *design* do uniforme pode conduzir a um provável conceito do seu emprego. Para tanto, deve-se desconstruí-lo, tanto sob uma abordagem semiótica pragmatista (PEIRCE, 1995), quanto sob uma abordagem do próprio *design*.

No problema específico desta pesquisa, a análise pragmática do uniforme regulamentar da Força permitiu compreender qual foi a intenção, o propósito intelectual da sua criação. Para sistematizar essa análise, foram utilizadas as etapas propostas por Romanini (2008) de aplicação da semiótica ao *design* e as bases conceituais do *design*, estabelecidas por Gomes Filho (2006). Também foram analisadas as informações contidas no Regulamento de Uniformes para Militares da Aeronáutica (RUMAER), com base na sistemática aplicada por Silva (2002).

A heurística aplicada por Silva (2002) sugere a dissecação do processo semiótico de concepção em tema, motivo, símbolo (emblema, código, mito) e semântica. Para ela, o tema é a matéria-prima da mensagem, é sobre o que se comunica essencialmente. O motivo é o seu fundamento, a causa da comunicação. Um tema pode, assim, ser provocado por vários motivos. O símbolo, por sua vez, é uma representação figurativa, objeto de significação convencional. É composto por códigos, mitos e emblemas. Códigos são as regras que permitem formular uma mensagem. Mitos são acontecimentos primordiais encarnados num personagem que conduzem a experiência estética na formação de seus códigos. Emblemas são desenhos simbólicos, figuras convencionadas. Por fim, a semântica é a lógica da mensagem.

Romanini (2008) sugere que o trabalho de concepção de um produto, de acordo com a semiótica, pode ser dividido em quatro etapas: fundamentação, apresentação, representação e comunicação. A primeira refere-se à percepção estética, fundada em experiências estéticas pregressas. A segunda etapa é o momento de arranjo desses códigos de acordo com a função do produto. Dá origem ao seu projeto. A terceira etapa, a representação, é o produto em si e sua capacidade própria de representar um conceito corretamente. Enfim, a última etapa é o compartilhamento de idéias e a criação de identidade proporcionados pelo produto.

As bases conceituais do *design* propostas por Gomes Filho (2006) são uso principal e específico; operacional; ergonomia; níveis de informação; aparência estético-formal; imagem simbólica; dimensão semiótica; técnica; tecnológica; material; sistema construtivo; sistema de fabricação; normalização; e criatividade do *design*.

O uso principal do produto é a própria razão de existência do produto e sua finalidade, ao passo que o seu uso específico explica uma maneira diferenciada de utilizá-lo, como desdobramento ou detalhamento do uso principal. E, neste sentido, operacionalidade do produto é a forma como o usuário o maneja. E a ergonomia visa à melhor adequação possível do objeto ao usuário.

O conceito de níveis de informação do produto refere-se às informações visuais, auditivas, olfativas, táteis, cinestésicas e gustativas transmitidas por produtos em que a aparência estético-formal resulta das características e dos sinais da aparência do mesmo.

As dimensões semióticas tratam do processo de comunicação na relação usuário-produto. O conceito de técnica diz respeito aos dados para a confecção do produto.

As bases conceituais tecnológicas do produto relacionam-se à categoria, classe, tipo e outras especificidades de natureza técnica, criativa e projetual aplicadas na concepção e desenvolvimento do projeto do produto.

Analisar o material do produto é analisar natureza, categoria, classe, tipo, e outros atributos dos materiais especificados para a configuração física do produto.

O sistema construtivo do produto alude aos componentes da estrutura física e funcional do objeto, de modo que o sistema de fabricação do produto refere-se aos conhecimentos dos diversos aspectos relativos aos sistemas de produção de modo geral.

A normalização do produto visa a estabelecer bases ou medidas racionais para avaliação, reavaliação, padronização e regulação. É a fixação de diretrizes, padrões, modelos, especificações e procedimentos de cumprimento obrigatório.

A criatividade é intrínseca ao *design* e refere-se à inventividade propícia à solução de problemas do produto.

Estudos de análise do vestuário com fins diversos da moda são raros, porém os estudos de uniformes militares não são tão raros, especialmente no hemisfério norte. Soederberg e Wedell-Wedellsborg (2005), patrocinadas pelo Royal Danish Defence College, pesquisaram os desafios do uniforme em unidades militares multinacionais. Na Finlândia, desenvolveu-se uma pesquisa sobre o próprio desenvolvimento do vestuário militar (ANTTONEN, 2009). A Polónia possui vasto banco de pesquisas patrocinadas pela indústria têxtil da Europa Oriental (INSTYTUTU BIOPOLIMERÓW I WIÓKIEN CHEMICZNYCH, 2010), cujo objetivo é o desenvolvimento de tecnologias apropriadas à funcionalidade dos uniformes militares. O Departamento de Defesa dos Estados Unidos publicou, em maio último, seu mais recente relatório sobre os uniformes de combate estadunidenses (ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA,

2009), em que aborda as pesquisas em desenvolvimento, os uniformes pesquisados e as necessidades prementes da tropa. E ainda podemos citar inúmeros outros estudos em diversos países.

O trabalho encontrado cuja abordagem foi mais próxima à proposta deste é o da brasileira Nacif (2007). Ela analisou o vestuário registrado em fotografias para identificar a cultura de uma época. Sua abordagem foi a histórico-semiótica, que unia a semiótica com a análise documental de uma época. Esta pesquisa, por sua vez, aplicou a semiótica ao *design* do uniforme para a consecução dos objetivos propostos e execução das ações de pesquisa.

2 METODOLOGIA

O universo disponível para análise representava a totalidade dos uniformes regulamentares em uso no ano de 2010. A escolha da amostra foi feita, então, com foco na funcionalidade, dentre os uniformes classificados pelo regulamento como de serviço técnico-especializado. Em virtude também da limitação de tempo imposta para o desenvolvimento da pesquisa, restringiu-se a amostra utilizada a um único uniforme. Conservou-se, assim, como amostra desta pesquisa, apenas o 10º uniforme, selecionado entre os demais porque uma de suas funções regulamentares é o uso em campanha. Embora o mesmo esteja sendo atualizado pelo Estado-Maior da Aeronáutica (EMAER), mesmo em sua etapa final para aprovação, já está sendo utilizado pelos militares da FAB nessa nova configuração. Por essa razão, optou-se por trabalhar com o uniforme em uso de fato, apesar de carecer de regulamentação definitiva. Isso confere mais longevidade e utilidade ao resultado da pesquisa.

Iniciou-se a análise dos dados com a identificação dos possíveis ambientes de atuação da FAB de acordo com os fundamentos para elaboração das HE determinados pela END. Apesar de não explicitados nessa Estratégia, foi possível concluir quais seriam esses ambientes a partir da área geográfica delimitada nesse documento. Por ambiente, entenda-se o bioma¹ presente nessas áreas.

Posteriormente, foi feita a análise do uniforme. Devido à congruência entre diversos quesitos admitidos inicialmente para sistematizá-la, ela pôde ser simplificada. Assim, inicialmente, a amostra foi analisada quanto à sua destinação, interpretando-se a apresentação de suas especificações técnicas no RUMAER (em fase de elaboração)² com base na abordagem semiótica proposta por Silva (2002). Nessa análise, foram dissecados os

temas, motivos, símbolos e semânticas do uniforme que compunha a amostra, com vistas a identificar aqueles que se aproximavam mais do conceito de uniforme de combate.

Num terceiro momento, foi analisado o *design* da amostra. Para tanto, foram utilizadas como quesitos as bases conceituais do *design* estabelecidas didaticamente por Gomes Filho (2006), associadas ao processo semiótico de concepção do *design* de Romanini (2008) e simplificadas. Esses quesitos foram resumidos em aspectos operacionais e ergonômicos; características tecnológicas; aparência estético-formal; princípios de semiótica aplicados ao *design*; níveis de informação do produto; e sistema de construção e fabricação.

O objetivo dessa análise foi inferir o conceito de emprego dos uniformes de combate da FAB, apoiando-se no pragmatismo. Desse conceito inferido, foram extraídas informações do ambiente geoclimático onde é mais provável o emprego do uniforme.

Por último, foram comparadas as informações de ambiente de emprego abduzidas da análise do *design* do uniforme com aquelas extraídas da interpretação da END, chegando à resposta do problema de pesquisa.

3 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Como medidas para sua implementação, a END determina que o preparo das Forças Armadas seja orientado para atuar no cumprimento de variadas missões, em diferentes áreas e cenários, devido à incerteza das ameaças ao Estado. Ela fornece os fundamentos e as diretrizes para que a Estratégia Militar de Defesa estabeleça as HE. Qualquer plano operacional – no qual está incluído o planejamento logístico, área em que se insere o objeto desta pesquisa – é elaborado com base nas HE, que nada mais é do que uma possibilidade de emprego das Forças Armadas em determinada situação ou área de interesse estratégico para a defesa nacional, formulada considerando-se o alto grau de indeterminação e imprevisibilidade de ameaças ao País.

Para analisar a adequação do uniforme de combate da Força Aérea Brasileira à sua atuação nas possíveis áreas de operação, conforme os fundamentos estabelecidos na END para a elaboração das HE, a primeira ação desta pesquisa foi identificar essas áreas.

Segundo a END, as HE deverão ser elaboradas considerando os seguintes aspectos: o monitoramento e controle do espaço aéreo, das fronteiras terrestres, do território e das águas jurisdicionais brasileiras em circunstâncias de paz; a ameaça de penetração nas fronteiras

¹ Bioma é um conjunto de vida (vegetal e animal) constituído pelo agrupamento de tipos de vegetação contíguos e identificáveis em escala regional, com condições geoclimáticas similares e história compartilhada de mudanças, o que resulta em uma diversidade biológica própria (BRASIL, 2004).

² RCA 35-2. Regulamento de Uniformes para os Militares da Aeronáutica, a ser publicado pelo Comando da Aeronáutica, 2010.

terrestres ou abordagem nas águas jurisdicionais brasileiras; a ameaça de forças militares muito superiores na região amazônica; as providências internas ligadas à defesa nacional decorrentes de guerra em outra região do mundo, ultrapassando os limites de uma guerra regional controlada, com emprego efetivo ou potencial de armamento nuclear; a participação do Brasil em operações de paz e humanitárias, regidas por organismos internacionais; a participação em operações internas de Garantia da Lei e da Ordem, nos termos da Constituição Federal, e os atendimentos às requisições da Justiça Eleitoral; ameaça de conflito armado no Atlântico Sul. Além desses, a END determina ainda o incremento do apoio militar necessário à participação brasileira nos processos de decisão sobre o destino da Região Antártica. Em cada um destes oito aspectos, é possível identificar localizações geográficas possíveis e seus respectivos biomas predominantes, determinantes na escolha do uniforme a ser empregado.

O primeiro aspecto analisado é o monitoramento e o controle do espaço aéreo, das fronteiras terrestres, do território e das águas jurisdicionais brasileiras em circunstâncias de paz. Podemos depreender daí a atuação da Força Aérea, de maneira independente ou em missões de apoio às demais, em todo o País. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (BRASIL, 2004), os biomas predominantes no País são Amazônia, cerrado, caatinga, Mata Atlântica, Pantanal e pampa, com três zonas de transição entre eles.

O segundo aspecto abordado pela END é a ameaça de penetração nas fronteiras terrestres ou abordagem nas águas jurisdicionais brasileiras. Na Faixa de Fronteira, predominam os biomas Amazônia, cerrado e Pantanal, contudo ocorrem também os biomas Mata Atlântica e pampa. A diversidade de ecossistemas da Amazônia, por sua vez, torna factível uma campanha na savana ou numa campina em plena região amazônica.

A análise do segundo aspecto antecipou a do terceiro, a ameaça de forças militares muito superiores na região amazônica. Diante dessa possibilidade, a própria END já prevê a necessidade de preparo do combatente para uma guerra irregular, na qual, com seus equipamentos individuais, ele possui um papel ainda maior do que possuiria em conflitos convencionais. Esse tipo de combate é extremamente influenciado também pelos aspectos geoclimáticos.

A mesma análise feita do primeiro aspecto listado na END estende-se ao quarto, que trata das providências internas ligadas à defesa nacional decorrentes de guerra em outra região do mundo, ultrapassando os limites de uma guerra regional controlada, com emprego efetivo ou potencial de armamento nuclear. Este aspecto pressupõe a

possibilidade de atuações em todo o território, acrescentando o tipo de armamento à análise. Em virtude da delimitação do problema desta pesquisa, isso não foi considerado.

A participação do Brasil em operações de paz e humanitárias, regidas por organismos internacionais, mencionado na END como o quinto aspecto a ser considerado, amplia consideravelmente as áreas de atuação da Força possíveis. O mundo inteiro, com biomas como deserto, deserto polar, savana, prado, tundra, taiga, estepes, florestas temperadas, selva e montanha (WWF INTERNATIONAL, 2010), pode transformar-se em ambientes operacionais.

O sexto aspecto abordado pela END é a garantia da lei e da ordem no território nacional. Apesar de este aspecto poder ser analisado à semelhança do primeiro e do quarto aspectos, ele aproxima a atuação para áreas antropizadas. Isso pode ser traduzido tanto para ambientes urbanos, quanto para ambientes rurais agrícolas.

A ameaça de conflito armado no Atlântico Sul, área de maior concentração econômica e política do Brasil, é o sétimo aspecto listado pela END. Sua análise assemelha-se à do aspecto anterior e à do primeiro. A região banhada pelo Atlântico Sul inclui as regiões políticas Sudeste, Sul e Centro-Oeste, e os biomas altamente antropizados cerrado, Pantanal, Mata Atlântica e pampa.

O oitavo aspecto, abordado com menor veemência pela END, é a atuação política na Antártica. Pode ser analisado juntamente com o quinto aspecto, haja vista este já abranger o bioma deserto polar, típico da região antártica.

Uma vez identificados os possíveis ambientes geoclimáticos de atuação da FAB prospectados pela END, respondeu-se à primeira questão norteadora desta pesquisa. Para responder ao problema desta pesquisa, faz-se mister ainda identificar os uniformes de combate da FAB a serem utilizados nesses ambientes.

Inicialmente, esta análise foi feita sobre o RUMAER vigente (BRASIL, 2005) e a sua proposta de atualização (SDAB-AB4, 2010), interpretados qualitativamente quanto ao que estabelecem como classificação, finalidade, características e uso dos uniformes. Pela desconstrução semiótica dessas informações, foram estabelecidos tema, motivos, símbolo (mito, emblema e código) e semântica do 10º uniforme³.

Semanticamente, o 10º uniforme é descrito como um uniforme cuja finalidade é o uso em campanha, serviço ou instrução tipicamente militar, por militares da FAB, de todos os níveis hierárquicos. Pode ser também usado em atividade aérea. A farda⁴ é composta de gorro camuflado com pala ou capacete camuflado ou vermelho, camiseta camuflada de manga curta, meia bota preta ou marrom, cinto preto com fivela preta gravada em relevo com o gládio

³ BRASIL. Comando da Aeronáutica. RCA 35-2. Regulamento de Uniformes para os Militares da Aeronáutica. (em fase de elaboração).

alado, cinturão utilitário verde-oliva, meias pretas, gandola e calça camufladas com tecido misto de poliéster e algodão, com tratamento anti-visão noturna por equipamentos de irradiação infravermelha, urdidura anti-rasgo (*rip stop*), corte reto, possibilidade de fechamento das extremidades (gola, punhos e barra da calça), quatro bolsos utilitários com aba e fecho na parte frontal da gandola e bolsos expansíveis nas laterais da calça, todos ao alcance das mãos, e todos os botões escamoteados. Distintivos podem ser dispostos na gola, no gorro, nas mangas e na parte frontal superior da gandola. A camuflagem é nas cores verde, marrom e azul escuros sobre fundo verde mais claro.

Pode-se inferir o tema do 10º uniforme como sendo a campanha da FAB na selva. Tem-se que os possíveis motivos que conduziram à sua concepção foram a necessidade de uma roupa mais rústica para ser utilizada em campanha, a probabilidade maior de condução da campanha em ambiente de vegetação tropical e consequente necessidade de camuflagem e deslocamento nesse meio, bem como a distinção da Força Aérea dentre as demais Forças pelo seu uso como farda uniformizadora.

Simboliza o típico soldado e a própria guerra. Permite o uso de diversos emblemas atenuados. A presença da cor azul escuro na camuflagem é, no entanto, acentuadamente emblemática, especialmente pelo detrimento da funcionalidade em favor da simbologia. Também a meia bota preta ou marrom prejudica a camuflagem, sendo sua funcionalidade contaminada pela estética (coturnos lustrosos) e pela simbologia (distinção entre pára-quedistas e os demais, “pés pretos”).

É igualmente simbólica a palavra campanha, utilizada na sua designação. O significado desse verbete é mais brando que o da palavra combate. Campanha pode significar tanto a união de esforços em prol de um objetivo como um conjunto de operações militares (HOUAISS, 2001), ao passo que a palavra combate significa a parte mais ativa da campanha, é a luta, o enfrentamento em si (HOUAISS, 2001). Essa simbologia é coerente com a END, que reafirma, já em seu primeiro parágrafo, que “o Brasil é pacífico por tradição e por convicção” (BRASIL, 2008).

Conclui-se, portanto, que o 10º uniforme é uma vestimenta de configuração prático-funcional, com características simbólicas relativamente expressivas, destinada a militares da FAB, em campanha na mata fechada e úmida. A restrição de seu conceito deve-se, principalmente, à camuflagem. O azul escuro é elemento simbólico da Aeronáutica, e as demais cores, em tons escuros, são presentes em ambientes igualmente com pouca luminosidade e úmidos, onde a folhagem conserva sua coloração por mais tempo e os troncos das árvores,

umedecidos, mesclam o marrom escurecido e o verde musgoso.

Apesar das debilidades percebidas em seu conceito e em sua semântica, na qual se insere sua finalidade explícita, tanto uma definição quanto a outra permite considerá-lo uniforme de combate. A maioria das Forças Armadas internacionais considera o uniforme de combate uma categoria distinta de uniforme, separando-o inclusive dos de serviço. Define-se como uniforme de combate aquele no qual prevalece o aspecto prático e cuja finalidade é o uso em situações de crise, conflito ou combate (FEDERATION OF AMERICAN SCIENTISTS, 2010).

Uma vez analisado o 10º uniforme, semioticamente, quanto aos níveis de informação presente no RUMAER, prosseguiu-se com a análise do seu *design*.

O primeiro quesito, aspectos operacionais e ergonômicos, diz respeito à usabilidade e ao manejo, o qual, neste caso, é classificado como simples, fino (não requer força) e de baixo nível de exigência. Envolve também parâmetros básicos de ergonomia, como adequação à necessidade de mobilidade do usuário em seu ambiente de trabalho, conforto e segurança; adequação ao biótipo do usuário; e visibilidade, legibilidade e compreensão adequada das informações inscritas no produto (incluído seu manual).

Pesquisas da Subdiretoria de Abastecimento (SDAB-AB4, 2010), responsável pelo seu desenvolvimento na FAB, apontam para a satisfação do usuário quanto ao sistema de fechamento por botões, preferindo-o ao zíper, e quanto à sua resistência e à mobilidade garantida pela sua modelagem. Há controvérsias quanto ao comprimento da gandola e ao sistema de ajuste na cintura da calça e não foi aprovada a permanência da ombreira. Também indicou relativo conforto do tecido, o qual se reduz quando em atividade dinâmica, pelo aumento da sensação térmica.

Pesquisas estadunidenses, feitas com uniformes de *designs* semelhantes ao da FAB, indicam comportamento similar do usuário. Quando tentaram implantar um único uniforme camuflado para todos os cenários operacionais a fim de economizar custos e promover maior durabilidade do uniforme, houve críticas quanto à inaptidão a inúmeros outros meios e a condições extremas de operação. A incorporação de painéis de reforço ao uniforme e o excesso de bolsos amplos, utilizados principalmente por razões de durabilidade e praticidade, foram acusados de aumentar a retenção de calor em ambientes de clima quente, atenuar o efeito benéfico da trama mais aberta do tecido *rip stop*, e aumentar o risco de doenças de pele e inflamações em ambientes úmidos. Apesar de terem se agradado do efeito perspirante da trama mais aberta do tecido *rip stop*, os militares estadunidenses reclamaram de sua facilidade de

⁴ Somente é considerado fardado o militar que utiliza as peças que compõem o uniforme de acordo com o arranjo disposto em regulamento (BRASIL, 2005).

penetração por insetos, facilitando a contaminação por doenças tropicais como a malária. Nas regiões de floresta tropical, como relatado nessas pesquisas, a prática de carregar grande quantidade de equipamentos nos bolsos retém o calor excessivo do corpo e promove a corrosão de objetos transportados pela transpiração.

Neste momento, faz-se oportuno analisar o segundo quesito, as características tecnológicas do uniforme de combate da FAB. O uniforme atualmente em uso já possui alta tecnologia empregada no seu desenvolvimento. O tecido utilizado na confecção de calça e gandola oferece segurança contra aparelhos de visão noturna (infravermelho) e contra rasgos. Essa proteção ainda não se estende à camiseta e aos coturnos.

Comparada à tecnologia disponível no mercado para a concepção de produtos similares, seu nível tecnológico, primariamente considerado alto, é relativizado. Já existem opções do tecido camuflado rip stop resistente ao fogo e a altas voltagens. Há pesquisas sendo desenvolvidas que possibilitariam ao concebedor do uniforme incrementar sua segurança contra aparelhos de visão termal e radar, ou mesmo prover a camuflagem de características miméticas, ou ainda conferir ao tecido proteção bacteriológica ou propriedades curativas (WILSON, 2010). É ainda neste quesito que entram em discussão os projetos de soldado do futuro ou combatente do futuro, como mencionado na END.

A análise da aparência estético-formal agrupou a função simbólica, as dimensões semióticas do produto, a criatividade e as suas características ergonômicas. Por ser uma vestimenta eminentemente prático-funcional, a estética do 10º uniforme deveria basear-se nas formas orgânicas do ambiente ao qual se destina a camuflagem. Isso traz à discussão, mais uma vez, a cor azul presente na camuflagem, com função meramente distintiva – simbólica. Embora o padrão de camuflagem da FAB não seja o único no mundo a utilizar a cor azul, deve-se observar o contraste das cores entre si, entre elas e o ambiente. Em testes de laboratório, a cor azul utilizada mostrou-se a mais sensível à visão por irradiação infravermelha (SDAB-AB4, 2010).

Da análise do quarto quesito, pela desconstrução semiótica do *design* do 10º uniforme, infere-se que a percepção estética que o fundamentou está baseada nos uniformes de outras Forças Armadas nacionais e estrangeiras. É coerente com os uniformes de combate de Forças como a canadense, a britânica e a estadunidense, já testados em combate. Por essa razão, dispensa maior criatividade do concebedor. Aproxima-se, todavia, mais da estética que os uniformes dessas outras Forças ao utilizar-se de coturnos sem características de camuflagem. Semelhantemente, da função simbólica, pela descaracterização da camuflagem com a inserção da

cor azul.

A estética também predomina sobre a funcionalidade ao preferir a utilidade dos bolsos em favor do comprimento da gandola. Devido à sua altura, seus bolsos inferiores são cobertos pelo cinto utilitário e perdem sua função. Por outro lado, a gandola é comprida o bastante para cobrir parcialmente os bolsos da calça, igualmente dificultando seu uso. Desse modo, sua apresentação (seu arranjo) carece de maior harmonização com seu conceito e sua fundamentação, e, conseqüentemente, esse uniforme não representa corretamente (não funciona de acordo com) sua essência de uniforme utilitário de combate na selva.

Os níveis informacionais do 10º uniforme, quinto quesito de análise, são relativamente baixos, porém adequados. Sua especificação técnica cumpre o objetivo de informar ao usuário e ao fabricante as qualificações do uniforme conforme foi concebido. Também o RUMAER cumpre a finalidade de informar ao usuário como utilizar o produto. Etiquetas internas indicam como manuseá-lo corretamente. As demais informações presentes nos distintivos e insígnias são atenuadas para agregarem-se à camuflagem e podem ser omitidas se necessário, não prejudicando, assim, sua funcionalidade.

Por último, seu sistema construtivo, por ser complexo (modelagem composta por inúmeras peças e material exclusivo), compromete seu sistema de fabricação. Como consequência, apesar da normalização adequada, constituída de normas técnicas, fichas técnicas e regulamentos, o controle de qualidade deve ser rigoroso de modo a não comprometer a funcionalidade do uniforme.

Uma vez analisadas todas as bases conceituais do *design* do uniforme de combate da FAB, é possível depreender qual o tipo de emprego a que mais se adequa. Pelo padrão de sua camuflagem, é parcialmente adequado ao emprego em selva e em floresta tropical, tendo sido prejudicado pelo contraste da cor azul. Possui razoável nível de remissão à irradiação infravermelha, também mitigada pela cor azul no tom utilizado. Ainda assim pode ser considerado adequado ao combate noturno. Seu material e sua tecnologia não protegem contra picadas de insetos, calor e fogo, não é bactericida e não permite ainda incorporar sistemas tecnológicos mais complexos ou servir de suporte a tais sistemas. Seu sistema construtivo e suas características ergonômicas mostraram-se coerentes com sua função, promovendo adequada resistência, utilidade e mobilidade para atuar em ambientes rústicos. A análise do seu *design* corrobora parcialmente a análise semiótica realizada anteriormente, da qual se inferiu que é um uniforme de combate destinado a militares da FAB em campanha na mata fechada e úmida.

Feitas as análises do uniforme, chegou-se à resposta da segunda questão norteadora deste trabalho, que buscava

conhecer o conceito do uniforme de combate da FAB. Para concluí-lo com êxito, respondendo ao seu problema de pesquisa, é preciso comparar essas análises com o resultado da análise dos ambientes geoclimáticos inferidos da END.

O 10º uniforme da FAB foi conceituado semioticamente, conforme sistemática proposta por Silva (2002) como um uniforme de combate, destinado a militares da FAB em campanha, na mata fechada e úmida. De seu *design*, o conceito inferido, com base nos quesitos propostos por Gomes Filho (2006) e Romini (2008), é o de uniforme de combate de média tecnologia, para uso por militares da FAB, parcialmente adequado à operação, diurna e noturna, em selva e em floresta tropical úmida. Conclui-se que fora concebido apenas para campanhas em regiões de Mata Atlântica e de Floresta Amazônica e nas demais regiões do mundo em que há predomínio dos biomas florestas tropicais úmidas ou equatoriais.

Identificou-se, contudo, que as possíveis áreas de operação da Força são ocupadas pelos mais diferentes biomas existentes no Brasil e no mundo, com ressalva de que tal diversidade ocorre em menor grau no ambiente operacional prioritário Amazônia, onde há ocorrências de savana, campos e floresta equatorial. Logo, apoiada na lógica semiótico-pragmática de Peirce (1995), esta pesquisa concluiu que o conceito de uniforme de combate em uso na FAB atualmente pode ser considerado apenas parcialmente compatível com as áreas de operação da Força (conforme prospectadas pela END atual) em que estão presentes os biomas Amazônia, Mata Atlântica e demais florestas tropicais úmidas ou equatoriais e incompatível com todas as outras.

CONCLUSÃO

Diante da inquietação inicial a respeito do trato do uniforme de combate enquanto equipamento crítico para o sucesso na implementação de novas tecnologias, doutrinas ou procedimentos, conforme preconizado pela Estratégia Nacional de Defesa, datada de 2008, este trabalho

propôs-se a responder ao seguinte questionamento: o conceito do uniforme de combate em uso na FAB, atualmente, é compatível com as áreas de operação da Força prospectadas pela END atual?

Após uma análise da área geográfica delimitada na END ao determinar os fundamentos para a elaboração das hipóteses de emprego das Forças Armadas, foram identificados os possíveis ambientes geoclimáticos de atuação da FAB. Com o objetivo de analisar qualitativamente a sua compatibilidade, esses ambientes foram comparados ao conceito do 10º uniforme, considerado um uniforme de combate da FAB. Esse conceito foi inferido pelo método pragmatista, com base na teoria semiótica peirceana e nas bases conceituais do *design*. Concluiu-se, assim, que a compatibilidade é apenas parcial entre esse conceito e as áreas de operação da Força em que ocorrem os biomas Amazônia, Mata Atlântica e demais florestas tropicais úmidas ou equatoriais. Com todas as outras áreas, porém, concluiu-se que o conceito do uniforme de combate da FAB é incompatível.

A resposta ao problema de pesquisa permite deduzir que os recursos humanos militares da FAB podem não estar logisticamente preparados, sob o ponto de vista do uniforme de combate, para o total atendimento de nenhum dos aspectos orientadores do emprego da Força mencionados pela END. Uma vez que o objeto desta pesquisa foi conceitual, permite ainda inferir que esse despreparo se dá, possivelmente, em virtude do enfoque dado no momento de concepção desse uniforme.

O fato de ele não se ter evidenciado totalmente compatível com os ambientes geoclimáticos existentes nem na zona de fronteira e na região Amazônica, que são prioritárias para o sucesso de implementação da END, nem na região do Atlântico Sul, outra área considerada relevante, é crítico para o emprego da Força e denota a necessidade de ações mais abrangentes e precisas de pesquisa e desenvolvimento de uniformes e têxteis militares, área de grande fecundidade tecnológica para o País.

REFERÊNCIAS

ANTTONEN, H. Development of military clothing as a target of research. In: NATO RESEARCH AND TECHNOLOGY ORGANISATION HUMAN FACTORS AND MEDICINE PANEL - SOLDIERS IN COLD ENVIRONMENTS, 168., 2009, Helsinki. **Proceedings...** Helsinki: NATO-RTO, 2009. Disponível em: <ftp://ftp.rta.nato.int/PubFullText/RTO/MP/RTO-MP-HFM-168/\$MP-HFM-168-KN4.doc>. Acesso em: 15 ago. 2010.

ARMY-TECHNOLOGY.COM (Ed.). **FELIN (Fantassin à Équipements et Liaisons Intégrés): future infantry**

soldier system, France. Disponível em: <http://www.army-technology.com/projects/felin/>. Acesso em: 18 ago. 2010.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. **RCA 35-2: regulamento de uniformes para os militares da Aeronáutica.** [Brasília, DF], 2005.

BRASIL. IBGE. **Mapa de biomas e de vegetação.** [S.l.: s.n], 2004. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 20 set. 2010.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Estratégia nacional de defesa.** Brasília, DF, 2008. Disponível em: <http://www.defesa.gov.br>. Acesso em: 15 ago. 2010.

- CERRI, C. **Requisitos de desenvolvimento do 10º. uniforme.** [mensagem pessoal] Mensagem recebida por: <Fernanda Bittencourt>. em: 21 set. 2010.
- ECO, U. **Tratado geral de semiótica.** 2. ed. São Paulo: Perspectiva, 1991.
- ECO, U. et al. **Psicologia do vestir.** Lisboa: Assírio e Alvim, 1989.
- ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. Ernest E. McConnell. National Research Council (U.S.). Committee on Toxicology. Subcommittee to Review Permethrin Toxicity from Military Uniforms. Board on Environmental Studies and Toxicology. **Health effects of permethrin-impregnated army battle-dress uniforms.** Washington, D.C.. National Academy Press, 1994. Disponível em: <<http://books.google.com.br>>. Acesso em: 22 set. 2010.
- ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. Government Accountability Office. GAO-10-669R de 28 de maio de 2010. Warfighter Support: Observations on DOD's Ground Combat Uniforms. Disponível em: <<http://www.gao.gov>>. Acesso em: 22 set. 2010.
- ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. Kurt D. Wilson. Defense Logistics Agency. Defense Supply Center Philadelphia Clothing & Textiles. **Clothings and Textiles.** Filadélfia, 2009. Disponível em: <www.nationaltextile.org/nta/gtc/2009_09_24_wilson.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2010.
- FEDERATION OF AMERICAN SCIENTISTS (Estados Unidos da América). Military Analysis Network. **BDU: battle dress uniforms.** Disponível em: <<http://www.fas.org/man/dod-101/sys/land/bdu.htm>>. Acesso em: 02 out. 2010.
- GIL, A. C. **Como elaborar projeto de pesquisa:** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- GOMES FILHO, J. **Design do objeto.** São Paulo: Escrituras, 2006.
- HOUAISS, A.; VILLAR, M. S. **Minidicionário Houaiss da língua portuguesa.** Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.
- INSTYTUTU BIOPOLIMERÓW I W ÓKIEN CHEMICZNYCH (Polônia). **Fibre and Textiles in Eastern Europe.** Disponível em: <<http://fibtex.lodz.pl/en>>. Acesso em: 18 ago. 2010.
- JAVOID, A. **World market and production of textile used in military.** Disponível em: <<http://www.scribd.com/doc/22667423/World-Market-and-production-of-Textile-used-in-Military>>. Acesso em: 28 ago. 2010.
- LÖBACH, B. **Design industrial: bases para a configuração dos produtos industriais.** Rio de Janeiro: Edgard Blucher, 2001.
- NACIF, M. C. V. **O vestuário como princípio de leitura do mundo.** Rio de Janeiro: UFRJ, 2007.
- MAHMOOD GROUP (Paquistão) (Ed.). **The functions of clothing.** Disponível em: <<http://www.mahmoodgroup.com/functionofclothing/index.html>>. Acesso em: 15 ago. 2010.
- PEIRCE, C. S. **Semiótica.** 2. ed. São Paulo: Perspectiva, 1995.
- ROMANINI, V. Design como comunicação: uma abordagem semiótica. In: SEMINÁRIO DO CURSO DE DESIGN DA FAU-USP - DESIGN: QUO VADIS?, 1., 2008, São Paulo. **Seminário.** São Paulo: USP, 2008. p. 1 - 5. Disponível em: <www.designemartigos.com.br/design-como-comunicacao-uma-abordagem-semiotica>. Acesso em: 02 out. 2010.
- SATAM, D. S. **Global competitiveness of U.S. military textiles industry.** North Carolina State University: 2007.
- SDAB-AB4. **Proposta de atualização do RUMAER para o ano de 2010.** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <Fernanda Bittencourt>. em 21 set. 2010.
- SILVA, M. F. da. Asa de corvo: uma abordagem semiótica para principiantes. **Revista do Gelne:** grupo de estudos lingüísticos do nordeste, Fortaleza, v. 4, n. 2, p.10-20, 2002. Semestral.
- SOEDERBERG, A.; WEDELL-WEDELLSBORG, M. **Challenges to uniformity: managing the changing identities of multinational military units.** Artigo. Royal Danish Defense College, 2005. Disponível em: <www.forsvaret.dk/fak/documents/fak/fmlp/ilo/filer/chtouniformity26maj05.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2010.
- WILSON, A. Trends in technical textiles: global technical textile leaders converge to discuss the industry's future and some recent innovations. **Specialty Fabrics Review,** Saint Paul, Projects; Latest projects; fev. 2010. Disponível em: <http://specialtyfabricsreview.com/articles/0210_wv_technical.html>. Acesso em: 11 ago. 2010.
- WWF INTERNATIONAL. **Habitats:** simplified explanations. Disponível em: <http://wwf.panda.org/about_our_earth/ecoregions/about/habitat_types/habitats/>. Acesso em: 20 out. 2010.

O Padrão Operacional 3 e a Fluidez do Aeroporto Internacional do Galeão em 2009

The Operational Level 3 and the flow of Galeão International Airport in 2009

El Patrón Operacional 3 e la Fluidez del Aeropuerto Internacional de Galeão en el Año de 2009

Capitão Especialista Cta Juarez Franklin Gouveia
Bacharel em Ciências Contábeis, MBA em Gestão Pública
DECEA/CGNA - Rio de Janeiro
franklin@cgna.gov.br

RESUMO

A fluidez de um aeroporto está relacionada com o nível de atrasos, com o movimento de pousos e decolagens e com a capacidade de pista. A combinação desses parâmetros associada ao Padrão Operacional determina o nível de operacionalidade do sistema e serve para identificar seus pontos sensíveis. No que diz respeito ao Aeroporto Internacional do Galeão, sabe-se que a sua fluidez está associada a cinco Padrões Operacionais que são determinados pela combinação das pistas que estiverem em uso. Em 2010, o Destacamento de Controle do Espaço Aéreo do Galeão (DTCEA-GL), responsável pelo controle de tráfego aéreo no aeroporto, questionou a fluidez do Padrão Operacional 3 em função da capacidade de pista e do movimento de pousos e decolagens. Desta forma, o presente trabalho teve por objetivo analisar a influência do Padrão Operacional 3 na fluidez do Aeroporto Internacional do Galeão no ano de 2009. Quanto ao objetivo geral, a pesquisa foi descritiva e, quanto ao delineamento, documental. Os dados foram obtidos nos arquivos do Centro de Gerenciamento da Navegação Aérea (CGNA), nas normas do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) e nos documentos internos do DTCEA-GL. Posteriormente, as informações foram interpretadas segundo a Teoria Geral dos Sistemas de Ludwig Von Bertalanffy. A análise dos dados apontou as características do Padrão 3, sendo determinado o índice de fluidez para o aeródromo. Por fim, constatou-se que não houve indícios de que o Padrão 3 tivesse afetado a fluidez do Aeroporto do Galeão no ano de 2009. Sendo assim, este trabalho atingiu seu objetivo e seus resultados poderão ser aplicados em outras pesquisas que envolvam o Gerenciamento de Fluxo.

Palavras-Chave: Fluidez. Padrão Operacional. Aeroporto. Capacidade de pista.

Recebido / Received / Recebido
13/01/11

Aceito / Accepted / Acepto
05/04/11

ABSTRACT

The flow of an airport is related to the level of delays, takeoffs and landings movements and the runway capacity. The combination of these parameters associated to the operational level determine the level of the operational system serving to identify its sensitive points. In relation to Galeão International Airport, it is known that its flow is connected to five Operational Systems which are determined by the combinations of the runways in use. In 2010, Galeão Air Space Control Detachment (DTCEA-GL), responsible for the airport air traffic control asked for the flow of the Operational System 3, according to the runway capacity and the takeoffs and landing movement. In this way, this article has the aim to analyze the influence of the operational system 3 in the flow of Galeão International Airport in 2009. Concerning to the general aim, the research was descriptive and the outline documentary. The data were collected from the Management Air Navigation Center (CGNA) in the rules of DECEA and in DTCEA-GL documents. After that, the information was interpreted according to the General Theory of Systems by Ludwig Von Bertalanffy. The data analysis pointed out the characteristics of the Operational System 3, being determined the flow level for the aerodrome. Finally, it was concluded that there were no evidences the Operational System 3 could have affected the flow of Galeão Airport in 2009. So, this article reached its goal and the results could be applied in other researches which involve flow management.

Keywords: Flow. Operational Level. Airport. Runway capacity.

RESUMEN

La fluidez de un aeropuerto está vinculada con el nivel de los retrasos, con el movimiento de los despegues y aterrizajes y con la capacidad de pista. La combinación de estos parámetros asociados con la operación estándar determina el nivel de operatividad del sistema y sirve para identificar sus sensibilidades. En cuanto al Aeropuerto Internacional de Galeón, se sabe que su fluidez se asocia con cinco operaciones estándar que están determinadas por la combinación de las pistas empleadas. En 2010, el DTCEA-GL, responsable por el control de tránsito aéreo en este aeropuerto, cuestionó la fluidez de la operación estándar 3 en función de la capacidad de pista y del movimiento de los despegues y aterrizajes. Por lo tanto, este estudio tuvo como objetivo examinar la influencia de la operación estándar 3 en la fluidez del Aeropuerto Internacional de Galeón en 2009. En cuanto al objetivo general, la investigación fue de tipo descriptivo y documental. Los datos fueron recolectados en los archivos del CGNA, en las reglas del DECEA y en los documentos internos del DTCEA-GL. Después, fueron interpretados teniendo en cuenta la Teoría General de los Sistemas de Ludwig von Bertalanffy. El análisis de los datos mostró las características del estándar tres y fue determinado el índice de fluidez del aeropuerto. Por último, se constató que no hubo pruebas de que el estándar 3 ha afectado el flujo del Aeropuerto Internacional de Galeón en 2009. Por lo tanto, este trabajo ha llegado a su objetivo y sus resultados pondrán ser empleados en otros estudios sobre la Gestión de Afluencia de Tránsito Aéreo.

Palabras-clave: Fluidez. Estándar Operacional. Aeropuerto. Capacidad de pista.

INTRODUÇÃO

Com as mudanças ocorridas na economia do Brasil a partir de 1994, o movimento aéreo no país teve um substancial aumento, superando todas as expectativas e previsões existentes. O aumento da demanda de voos provocou problemas no fluxo de tráfego aéreo de algumas regiões do espaço aéreo brasileiro, destacando-se o polígono compreendido pelas cidades de Brasília, Belo Horizonte, Rio de Janeiro, São Paulo, Curitiba e Porto Alegre.

Em virtude das taxas de crescimento do tráfego aéreo, as autoridades responsáveis pelo setor propuseram estudos para aumentar a capacidade da infraestrutura aeronáutica e da infraestrutura aeroportuária, buscando mitigar os efeitos causados pelo aumento da demanda.

No ano de 2002, o Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) implantou a Nova Circulação Aérea Geral das Áreas Terminais do Rio de Janeiro e de São Paulo (NCAG RJ-SP). Esse projeto teve como objetivo aumentar a capacidade de absorção das áreas mencionadas, permitindo que um volume maior de

aeronaves pudesse utilizar estes espaços aéreos. Para isso, foi realizada a re-estruturação do fluxo de chegadas e de saídas dos Aeroportos do Galeão, de Guarulhos, de Congonhas e do Santos Dumont. Em consequência, foram criados, nos citados aeroportos, novos Padrões Operacionais para atender as novas rotas a serem implantadas.

Contudo, em maio de 2010, o Destacamento de Proteção ao Voo do Galeão (DEPV-GI), órgão responsável pelo Serviço de Controle de Tráfego Aéreo nesta localidade, manifestou sua preocupação, junto ao Centro de Gerenciamento da Navegação Aérea (CGNA), quanto à utilização de um dos seus Padrões Operacionais. Conforme informações do referido órgão, o uso do Padrão 3 estaria causando o congestionamento do aeroporto, uma vez que o valor da capacidade de pista estaria superestimado, ou seja, o número de pousos e decolagens por hora estaria acima da verdadeira capacidade da pista.

Atualmente, o Aeroporto do Galeão possui cinco Padrões Operacionais, ou seja, o Padrão 1 (pousos na pista 15 e decolagens na pista 10), o Padrão 2 (pousos e decolagens na pista 10), o Padrão 3 (pousos e decolagens da pista 28 e/ou decolagens da pista 33), o Padrão 4 (pousos e decolagens da pista 15) e o Padrão 5 (pousos e decolagens da pista 33). Estes padrões foram estabelecidos de acordo com as diversas particularidades do aeródromo, como por exemplo: o relevo que circunda o sítio aeroportuário, o seu posicionamento dentro da Área Terminal do Rio de Janeiro, as condições meteorológicas predominantes e a infraestrutura aeroportuária.

O CGNA é o órgão do DECEA responsável pelo Serviço de Gerenciamento de Fluxo de Tráfego Aéreo e pelo Cálculo da Capacidade de Pista no Brasil. Os valores de capacidade de pista são comparados com o movimento de pousos e decolagens, servindo como parâmetro para determinar se um aeroporto está operando acima da sua capacidade. Cabe ainda ao CGNA analisar a relação entre o índice de atrasos de um aeroporto e a sua fluidez, permitindo uma avaliação do balanceamento entre a capacidade e a demanda.

Para efeito deste trabalho, considerou-se que o padrão operacional de um aeroporto é o modo de operação de cada pista, observados os fatores que provocam impactos no movimento de pousos e decolagens, tais como: os conflitos entre as rotas de chegada e de saída, as restrições na infraestrutura aeroportuária e a meteorologia. Estes padrões estão inseridos nos modelos operacionais dos órgãos de tráfego aéreo.

O trabalho em questão tem o objetivo de analisar a influência da utilização do Padrão Operacional 3 na fluidez do Aeroporto Internacional do Galeão no ano de 2009, considerando como fluidez de um aeroporto o nível de operacionalidade obtido após a análise do percentual de atrasos, do movimento de pousos e decolagens e da capacidade de pista em um determinado período de tempo. O estudo da relação estabelecida entre estes parâmetros resultou em uma classificação do nível de fluidez do aeroporto da seguinte forma: plenamente satisfatória, satisfatória e não satisfatória. Este critério foi utilizado para determinar o comportamento do fluxo de tráfego aéreo do Aeroporto do Galeão em relação à utilização de seus padrões operacionais.

Após realizar a delimitação do tema, a formulação do problema e o desenvolvimento dos objetivos, foi descrita a metodologia adotada para alcançar os propósitos da pesquisa.

1 METODOLOGIA

De acordo com a obra de Gil (2007), as pesquisas podem ser classificadas com base em seus objetivos e com base nos procedimentos técnicos utilizados. No que diz respeito ao Objetivo Geral, o presente trabalho foi classificado como pesquisa descritiva, uma vez que teve o intuito de estabelecer a relação entre a “fluidez do Aeroporto Internacional do Galeão” e o “Padrão Operacional 3”. Quanto aos procedimentos técnicos utilizados, foram aplicados os critérios previstos para a pesquisa documental em fontes primárias.

No que diz respeito à pesquisa documental, foram analisadas diversas fontes primárias, como por exemplo, os relatórios diários emitidos pelo CGNA no ano de 2009, a documentação da Organização de Aviação Civil Internacional (OACI), os manuais e regulamentos do DECEA, o Modelo Operacional da Torre de Controle do Galeão e o Modelo Operacional do Controle de Aproximação do Rio de Janeiro.

Na referida pesquisa, foram obtidos, junto ao CGNA, os dados estatísticos referentes ao percentual de atrasos, ao movimento de pousos e decolagens, além da utilização dos Padrões Operacionais do Aeroporto do Galeão no ano de 2009.

No que diz respeito ao percentual de atrasos, este foi obtido através dos Relatórios de Situação Diária elaborados pela Unidade de Gerenciamento de Fluxo de Tráfego Aéreo (ATFMU) do CGNA. Através deste documento, são registrados, além de outras informações, os percentuais referentes ao Índice Nacional de Atraso (INA) e ao Índice de Atraso de Aeroporto (IAA) relativo a quatorze aeroportos. O CGNA estabeleceu

como índice tolerável de atraso de um aeroporto o percentual máximo de 10%, considerados os atrasos acima de 30 minutos.

Para efeito deste trabalho, a fluidez foi obtida com base em três parâmetros: o movimento de pousos e decolagens, a capacidade de pista e o IAA. Os percentuais do IAA foram comparados com o movimento de pousos e decolagens (MPD) e com a capacidade de pista (CP). A comparação entre o MPD e a CP serviu para avaliar a saturação do aeroporto. Neste trabalho, o aeroporto foi considerado saturado quando o MPD estivesse acima da CP.

Após a análise destes elementos, foi estabelecida uma relação entre o IAA, o MPD e a CP que determinou a classificação do nível de fluidez da seguinte maneira: fluidez plenamente satisfatória (PS), fluidez satisfatória (S) e fluidez não satisfatória (NS). Feita a classificação do nível de fluidez, atribuiu-se um peso chamado de Índice de Fluidez (IF) o qual serviu para identificar a correlação entre os parâmetros avaliados. A tabela 1 mostra a relação entre todos os parâmetros mencionados.

Considerando os dados de movimentos de pousos e decolagens, os mesmos foram coletados do Sistema de Gerenciamento de Torre de Controle (SGTC). Esse sistema é responsável por armazenar os dados referentes ao movimento de pousos e decolagens dos aeroportos, que posteriormente serão enviados para o CGNA.

Quanto aos dados inerentes ao percentual de uso dos Padrões operacionais, os mesmos foram extraídos das planilhas do SGTC e das planilhas do Sistema de Tratamento de Dados de Movimento de Aeródromo (STDMA). Contudo, para a realização deste trabalho, foram adotadas premissas, expostas a seguir.

Considerou-se como percentual de utilização do Padrão 1 a soma dos percentuais de pousos na pista 15 e de decolagens da pista 10. Para o Padrão 2, a soma dos pousos e das decolagens na pista 10. Para o Padrão 3, a soma dos pousos na 28 e decolagens das pistas 28 e 33. Para o Padrão 4, a soma dos pousos e decolagens da pista 15. O Padrão 5 (pousos e decolagens da pista

33) foi desconsiderado, pois o percentual de pousos foi de 0%;

Considerou-se como padrão operacional predominante aquele que apresentou o maior percentual de uso em cada dia observado, uma vez que pode ser usado mais de um padrão por dia.

Na pesquisa descritiva, buscaram-se as informações referentes ao Padrão Operacional 3 e ao Método de Cálculo de Capacidade de Pista adotado pelo Brasil, destacando-se o valor encontrado para o Aeroporto do Galeão. Em seguida, foi realizada uma comparação entre a capacidade e o movimento de pousos e decolagens, visando verificar a possibilidade de saturação do aeroporto nos momentos de utilização do Padrão 3. No entanto, foi desconsiderado o valor das capacidades dos pátios e das pistas de táxi.

Neste trabalho, foi utilizado como valor de capacidade do Padrão 3 o percentual de 80% (30 movimentos por hora) da capacidade total. Este percentual foi adotado com o objetivo de comparar o movimento de pousos e decolagens com a menor capacidade possível. Considerou-se, ainda, que a capacidade média dos sistemas de pistas foi de 40 aeronaves por hora. Desta forma, foi analisado o cenário mais crítico.

Quanto ao universo da pesquisa, este compreendeu todos os pousos e decolagens do Aeroporto do Galeão, no período mencionado. Contudo, para que a relação entre atraso e fluidez pudesse ser validada, foi desconsiderado que as aeronaves pudessem ter atrasos inerentes a problemas ocorridos em outro aeroporto, ou seja, todos os atrasos foram oriundos de problemas no Galeão.

No entanto, na determinação do espaço amostral, foram usados, como parâmetro, os valores referentes ao movimento de pousos e decolagens durante a utilização do Padrão 3. Este padrão é usado quando o vento predominante determinar o uso das pistas 28 e/ou 33. Este fato irá ocorrer mediante a influência das condições meteorológicas na área do Rio de Janeiro.

Como as condições climáticas apresentam variações ao longo do ano, considerou-se que o ano de 2010 não

Tabela 1: Classificação do Índice de Fluidez do Aeroporto do Galeão.

IAA	MPD/CP	Saturação	Nível de Fluidez	IF
0%	$MPD \leq CP$	Não houve	P S	5
$0\% < IAA \leq 10\%$	$MPD \leq CP$	Não houve	S	4
	$MPD \geq CP$	Houve	N S	3
$IAA > 10\%$	$MPD \leq CP$	Não houve	S	2
	$MPD \geq CP$	Houve	N S	1

possuía dados suficientes para este tipo de análise. Logo, optou-se em limitar a pesquisa ao ano de 2009 para que fosse possível abranger a maior quantidade de variações climáticas possíveis.

Com a metodologia apresentada, foi possível verificar os dados coletados e a maneira como estes dados foram analisados dentro do trabalho de pesquisa. A partir de então, faz-se necessário esclarecer a teoria utilizada para estudar todos os referidos dados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O presente trabalho teve como fundamentação teórica o modelo apresentado pela Teoria Geral dos Sistemas (T.G.S.). Esta teoria foi criada em 1968 pelo austríaco Ludwig Von Bertalanffy (BERTALANFFY, 2009). A Teoria Geral dos Sistemas destaca que um sistema deve ser visto como um só elemento e não de forma fragmentada, apontando a necessidade de percepção da relação e da dependência entre os componentes que formam o sistema. Depreende-se, ainda, que poderão existir variáveis internas e externas que devem ser identificadas. Estas variáveis poderão influenciar no funcionamento do sistema.

Chiavenato (1983, p. 516) relata que:

[...] o sistema é um conjunto de unidades reciprocamente relacionadas, decorrem dois conceitos: o de propósito (ou objeto) e o de globalismo (ou totalidade). Estes conceitos retratam duas características básicas de um sistema.

Bertalanffy (2009, p. 58) considera, ainda, que os sistemas são complexos de elementos em interação. Baseando-se nas afirmações desse cientista, um aeroporto pode ser visto como um conjunto de elementos que devem interagir harmonicamente para que se obtenha a melhor fluidez possível.

De acordo com Bertalanffy (2009, p. 22):

As relações entre o homem e a máquina passam a ter importância e entram também em jogo inumeráveis problemas financeiros, econômicos, sociais e políticos. Ainda mais, o tráfego aéreo ou mesmo o de automóvel já não é mais uma questão de número de veículos em operação, mas formam sistemas que devem ser planejados ou organizados.

O emprego de um padrão operacional adequado funcionaria como uma das ferramentas de planejamento usada para manter a operacionalidade de um aeroporto. Desta forma, a elaboração de um padrão operacional deve passar por uma análise ampla, verificando-se a sua relação com o meio em que está inserido (Chiavenato, 1983, p. 517).

Diante dos conceitos de Bertalanffy, este trabalho analisou o Aeroporto do Galeão como um sistema

propriamente dito e como um subsistema que está inserido na Área Terminal do Rio de Janeiro e faz parte do Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SISCEAB). Chiavenato (1983, p. 517) descreve:

O termo sistema é geralmente empregado no sentido de sistema total. Os componentes necessários à operação de um sistema total são chamados subsistemas que, por sua vez, são formados pela reunião de novos sistemas, mais detalhados. Assim, tanto a hierarquia dos sistemas como o número de subsistemas dependem da complexidade intrínseca do sistema total.

O referencial teórico utilizado neste trabalho permitiu embasar as conclusões necessárias ao tipo de estudo realizado. Porém, como forma de facilitar o entendimento do contexto apresentado, procurou-se descrever os subsistemas que estão interligados ao Aeroporto do Galeão, ou seja, o Sistema de Pistas, o Padrão Operacional 3 e a Capacidade de Pista.

3 O SISTEMA DE PISTAS

O Aeroporto Internacional do Galeão é o principal aeroporto da Área Terminal do Rio de Janeiro (TMA-RJ) e está localizado em um dos extremos da principal rota do país, ou seja, o eixo entre o Rio de Janeiro e São Paulo. Com relação ao número de aeronaves, é o primeiro em volume de operações da TMA-RJ e o segundo do Brasil em movimentos internacionais (EMPRESA BRASILEIRA DE INFRA-ESTRUTURA AEROPORTUÁRIA, 2009).

Considerando a infraestrutura de pátio e de pistas, o Galeão é utilizado como alternativa para os voos internacionais e domésticos oriundos da Área Terminal de São Paulo, principalmente em situações onde ocorrem condições meteorológicas adversas. O seu congestionamento pode causar inúmeros problemas na Circulação Aérea Geral, uma vez que outros aeroportos e setores do espaço aéreo dependem de como se encontra a sua operacionalidade.

No que tange à infraestrutura de pista, o Galeão possui, atualmente, dois sistemas de pistas de pousos e decolagens, ou seja, o da pista 15/33 e o da pista 10/28 (Figura1). Segundo Horonjeff (1966, p. 191), este tipo de configuração é denominado de pistas divergentes não-interceptantes, ou seja, duas pistas que possuem direções diferentes e que não se cruzam, ocorrendo uma pequena separação nas suas extremidades.

No caso do Aeroporto do Galeão, verifica-se que o Padrão Operacional 1 representa o uso divergente das pistas, uma vez que os pousos ocorrem na cabeceira 15 e as decolagens na cabeceira 10. Ao passo que o Padrão 3 representa o uso convergente das pistas, já que os

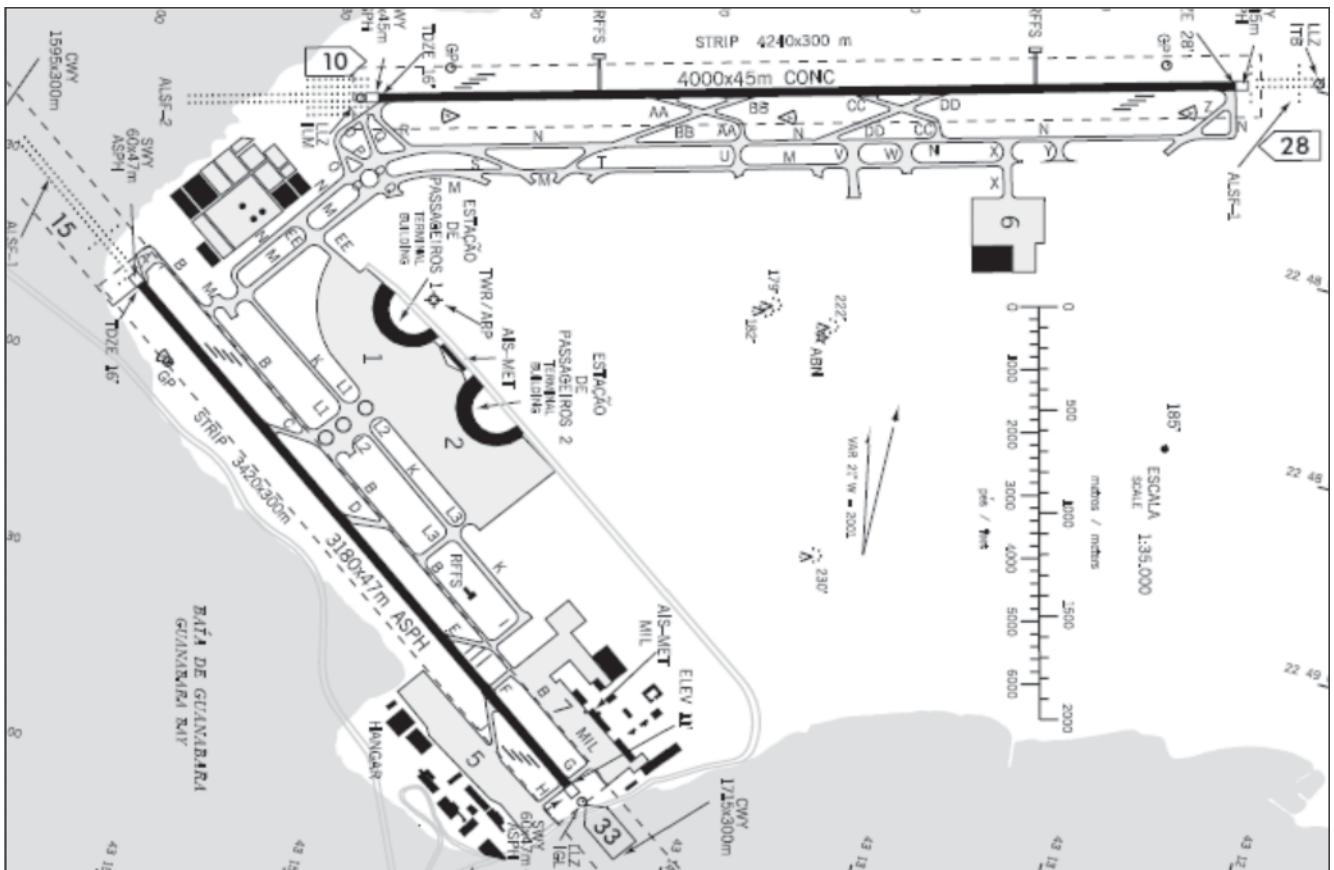


Figura 1: Carta de Aeródromo do Aeroporto Internacional do Galeão.
Fonte: DECEA, 2009.

posos ocorrem na cabeceira 28 e as decolagens na cabeceira 33 (Figura 1).

4 O PADRÃO OPERACIONAL 3

Para determinar o emprego de um padrão operacional, deverão ser observados elementos que servirão de parâmetro para a escolha da melhor pista para posos e decolagens.

Segundo o Modelo Operacional da Torre de Controle do Galeão:

Além dos fatores como impraticabilidades, interdições, a direção e a velocidade do vento, condições

meteorológicas para seleção de pista ou pistas em uso, o coordenador ou supervisor deverá analisar outros fatores como: distância a percorrer no táxi e comprimento de pista para decidir qual o padrão a ser utilizado durante o turno de serviço. (BRASIL, 2006, p. 21)

O referido Modelo Operacional preconiza, ainda, que o uso do Padrão 3 está associado à presença de frentes frias na região e à variação do vento predominante de 236 a 002 graus com intensidade igual ou superior a 06 nós (KT), conforme a tabela 2.

O Padrão Operacional 3 será empregado quando for necessário o uso das pistas 28 e 33. Neste caso, os posos serão realizados na pista 28 e as decolagens poderão

Tabela 2: Seleção da pista em uso em função do vento predominante.

Direção do vento	Pistas e Padrões Operacionais a serem empregados		
	PADRÃO	POUSOS	DECOLAGENS
003° A 055°	2	10	10
056° A 183°	1	15	10
184° A 235°	4	15	15
236° A 002°	3	28	28/33
236° A 002°	5	33	33

Fonte: DTCEA-GL, 2006.

ocorrer na pista 28 e/ou 33, conforme a necessidade do órgão de controle e do volume de tráfego aéreo.

Em função da disposição das pistas, o Padrão Operacional 3 pode ser considerado um dos mais críticos para o aeroporto, uma vez que os pousos e as decolagens ocorrem em rumos convergentes. Esta característica física determina a aplicação de diversos procedimentos de coordenação que têm como objetivo uniformizar as ações que devam ser tomadas pelos órgãos de tráfego aéreo envolvidos.

Uma das consequências do posicionamento divergente das pistas é o tempo de deslocamento (táxi) até as cabeceiras de decolagem. De acordo com Horonjeff (1966, p. 196), os percursos devem ser escolhidos de modo a resultarem nas menores distâncias possíveis entre a área terminal e as extremidades das pistas usadas para as decolagens.

O uso da cabeceira 33 para a decolagem reduz o tempo de táxi das aeronaves que decolam. O trajeto utilizado consiste em abandonar os pátios 1 ou 2, seguir pelas pistas de táxi L, K, I, B, F, J e H (Fig. 2). Todavia, o Estudo Aeronáutico N°001/SRPV-RJ (2004) prevê que não poderão ocorrer operações simultâneas entre aeronaves com mais de 27 metros de envergadura, que operam na pista 33, e aeronaves que se deslocam pela pista de táxi B.

Outro aspecto que deve ser considerado na utilização do Padrão 3 é a posição física do Galeão em relação ao Aeroporto Santos Dumont. Esta posição acarreta o cruzamento das trajetórias de aproximação para a pista 28 e para a pista 02/20 do Santos Dumont. Segundo Bertalanffy (1966, apud Chiavenato, 1983, p. 524): “Os sistemas são complexos de elementos colocados em interação.”



Figura 2: Trajetória para a decolagem da pista 33.
Fonte: DECEA, 2009.

Desta forma, as decolagens da pista 33 e as aproximações para a pista 28 estarão sujeitas a critérios de separação específicos.

De acordo com o Modelo Operacional da Torre de Controle:

f) Cruzamento das aproximações para a RWY 28 AIRJ com as aproximações para pouso em SBRJ. O ponto de conflito é o NDB YLA.

g) Limite operacional: É a posição LOBO para decolagem da RWY 28 e 2 NM para LOBO para decolagem da RWY 33, contudo o operador da Posição TWR deverá observar a velocidade na aproximação final no repetidor radar, e quando não disponível, através de informação do piloto, bem como o tipo da aeronave para decolagem. (BRASIL, 2006, p. 21)

Conforme observado, os sistemas de pistas do Galeão são utilizados em consonância com os diferentes cenários operacionais, resultando em diferentes combinações de pistas que indicarão os padrões operacionais a serem utilizados. Contudo, para cada padrão operacional será calculada a capacidade de pista por hora, determinando um valor máximo de operações de pousos e decolagens que podem ser suportadas.

5 A CAPACIDADE DE PISTA DO GALEÃO

A Capacidade de Pista está relacionada com o número máximo de pousos e decolagens que uma pista pode suportar em um intervalo de tempo determinado. Este número permite que as autoridades responsáveis pelo gerenciamento de fluxo sejam capazes de manter um nível aceitável de operações, atendendo as necessidades do aeroporto e do espaço aéreo. Horonjeff (1966, p. 181) descreve: “Entende-se por capacidade de um aeroporto o número de operações que pode o aeroporto atender num determinado período, mantendo-se dentro de um limite aceitável de espera a que, em média, estão sujeitas as aeronaves”.

No Brasil, o método para o cálculo da Capacidade de Pista está descrito no MCA 100-14: Manual de Capacidade do Sistema de Pistas (BRASIL, 2009a). De acordo com este método, a Capacidade de Pista é calculada, para um intervalo de sessenta minutos,

em função do tempo médio de ocupação de pista, da tipicidade do sítio aeroportuário, das características do órgão de controle de tráfego aéreo, da operação das companhias aéreas e da meteorologia. Neste cálculo é considerada a possibilidade de ocorrer uma decolagem entre dois pousos consecutivos, mantendo-se a separação mínima regulamentar, prevista nas Regras do Ar e Serviços de Tráfego Aéreo (ICA 100-12). Conforme o MCA 100-14:

CAPACIDADE TEÓRICA DE PISTA

Capacidade do Sistema de Pistas calculada, para um intervalo de sessenta minutos, em função do tempo médio de ocupação de pista, acrescido da legislação relativa à separação regulamentar entre aeronaves, bem como das normas e procedimentos específicos aplicáveis às operações aéreas da localidade considerada. (BRASIL, 2009a, p. 9)

Em 2008, o CGNA elaborou um estudo acerca da Capacidade de Pista do Aeroporto Internacional do Galeão. Nesse estudo, foi realizada uma análise dos sistemas de pistas, em que se determinou a capacidade para cada um dos padrões existentes.

Os valores de Capacidade de Pista são divididos em percentuais que variam de 80% a 100%. Posteriormente, esta variação é utilizada pelo CGNA como parâmetro de verificação do comportamento da demanda em relação à capacidade calculada. O percentual de 80% é usado como um alerta de demanda, apontando a tendência de saturação do aeroporto. A tabela 3 ilustra o resultado dos cálculos da Capacidade de Pista, apresentando os valores referentes a cada um dos Padrões Operacionais.

Após a apresentação dos conceitos relacionados ao tema, cabe realizar as considerações a respeito do desenvolvimento das etapas deste trabalho. Sendo assim, é importante entender como os dados coletados foram analisados e interpretados diante da teoria e dos conceitos apresentados.

6 ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS DO PADRÃO OPERACIONAL 3

O procedimento de coleta de dados para atender ao primeiro objetivo específico consistiu na obtenção

Tabela 3: Valores de Capacidade de Pista por Padrão Operacional.

PADRÃO	CAPACIDADE				
	PISTA DE POUSO	PISTA DE DECOLAGEM	100%	90%	80%
1	15	10	52	46	42
2	10	10	29	26	23
3	28	33	37	33	30
4	15	15	29	26	23
5	33	33	20	18	16

Fonte: CGNA, 2008.

das características do Padrão Operacional 3, que estão detalhadas na seção 3 deste trabalho (O SISTEMA DE PISTAS). De acordo com as informações obtidas no Modelo Operacional da Torre do Galeão e na Publicação de Informação Aeronáutica do DECEA (AIP-MAP), verificou-se que as pistas utilizadas no Padrão Operacional 3 estão dispostas de forma convergente. A análise revelou que este tipo de configuração é oriundo de condições meteorológicas adversas e tem como consequência a redução da capacidade de pista. Foram coletados os seguintes dados referentes ao Padrão 3 no ano de 2009: os dias em foi utilizado este padrão, o movimento de pousos e decolagens nestes dias, a capacidade de pista e o IAA.

O gráfico 1 mostra a relação entre o IAA do Galeão e o número de dias que o Padrão 3 foi utilizado.

O gráfico acima serviu para identificar que o Padrão 3 foi utilizado em todo o ano de 2009. Verificou-se que ocorreram durante o ano mudanças na direção e velocidade do vento que levaram à utilização do Padrão 3, apresentando uma maior incidência no mês de julho. Com os dados apresentados, observou-se que o Padrão 3 foi utilizado durante 171 dias do ano (46,8%). Do total destes dias, o IAA esteve acima de 10% em 46 dias do ano (12,6%) e abaixo de 10% em 125 dias do ano (34,2%). Considerando o valor de capacidade usado como referência, foi possível perceber que, em função da disposição convergente das cabeceiras 28 e 33 houve, nos dias indicados, uma redução da capacidade média do sistema de pistas de 40 para 30 movimentos por hora. Segundo Horonjeff (1966, p. 191).

Nessa configuração, uma pista deverá ser reservada para pousos e outra para decolagens. Se as trajetórias

de voo convergirem, como poderá ser o caso se o pouso não for ultimado, a capacidade do sistema em condições VFR foi calculada entre 65 e 79 operações por hora. Se as trajetórias de voo forem divergentes, a capacidade aumentará para 82 a 108 operações por hora, dependendo da espera aceitável para as aeronaves que chegam.

De acordo com conceito de totalidade de Bertalanffy (2009, p. 97): “O sistema, portanto, comporta-se como um todo no qual as variações de qualquer elemento dependem de todos os outros.”

Além disso, Paul Lawrence (1973 apud, CHIAVENATO, 1983, p. 525) cita que: “O sistema organizacional compartilha com os sistemas biológicos a propriedade de uma intensa interdependência de suas partes, de modo que uma mudança em uma das partes provoca um impacto sobre as outras.”

Desta forma, com o levantamento das características do Padrão 3, verificou-se que a mudança na direção e velocidade do vento levou ao uso do referido padrão e a redução da Capacidade de Pista. Assim sendo, percebeu-se que o sistema sofreu uma diminuição do número de operações de pousos e decolagens por hora.

No entanto, os dados relativos ao movimento diário do Galeão revelaram que o nível de demanda permaneceu abaixo da Capacidade de Pista durante o emprego do Padrão 3. Logo, não foi possível identificar que a capacidade calculada estivesse acima da real capacidade do aeroporto, ou que pudesse ter ocorrido saturação em decorrência da capacidade.

Para tanto, foram destacados os dias de cada mês em que o movimento atingiu o valor máximo. A tabela 4 mostra a relação entre a Capacidade de Pista do Padrão 3 e o movimento pico de pousos e decolagens.

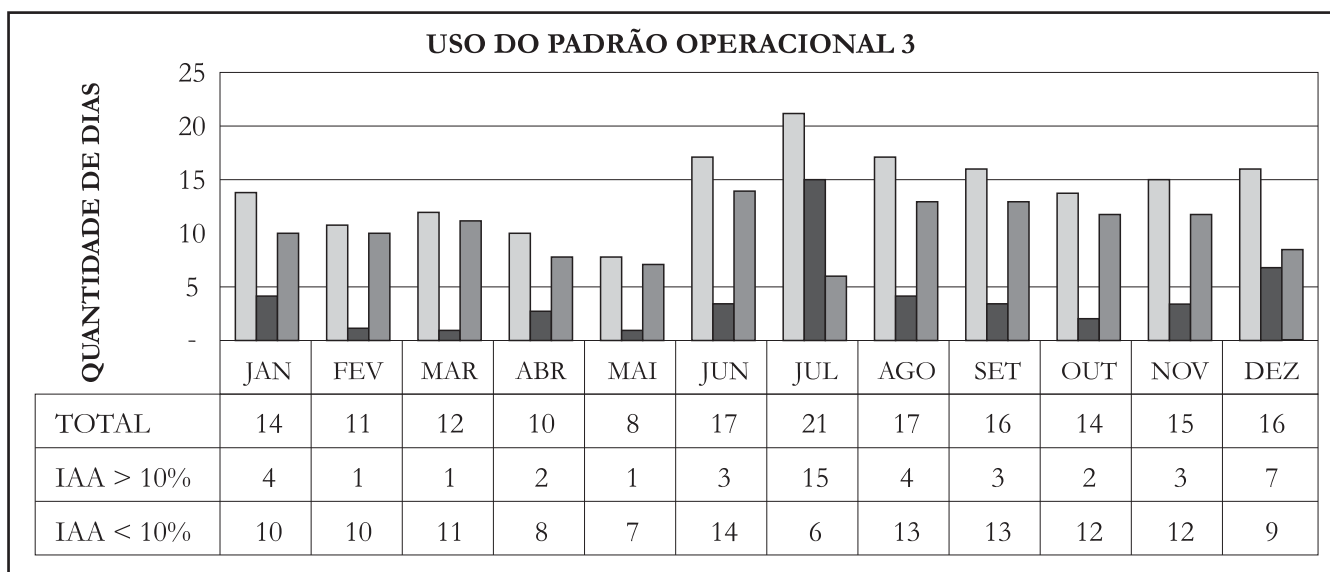


Gráfico 1: Utilização do padrão operacional 3 no ano de 2009.
Fonte: CGNA, 2008.

Tabela 4: Movimento máximo mensal e a Capacidade de Pista do Padrão 3.

	MESES											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
MOVIMENTO PICO	27	29	25	27	23	20	23	25	26	26	29	27
CAPACIDADE	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30

Fonte: CGNA, 2008.

Ao encerrar a análise das características do Padrão Operacional 3, foi possível entender que o Sistema do Galeão é formado por vários sistemas e subsistemas que estão relacionados e dependem de um equilíbrio para manter a operacionalidade do aeroporto. Conforme Chiavenato (1983, p. 525): “Uma variedade de subsistemas deve cumprir a função do sistema e as suas atividades devem ser coordenadas”. Verificou-se, ainda, que o Padrão Operacional 3 é um dos subsistemas do Sistema do Galeão e cada uma das suas características também podem ser vistas como um subsistema.

Conforme o conceito de soma de Bertalanffy (2009, p. 99):

Não é possível somar-se o comportamento do todo partindo das partes isoladas, mas temos de levar em consideração as relações entre os vários sistemas subordinados e os sistemas superpostos aos primeiros, a fim de compreender o comportamento das partes.

Este conceito mostra que é preciso conhecer cada subsistema e a relação existente entre eles.

Com base neste conceito, foram analisadas as características do Padrão 3, o que permitiu entender a configuração das pistas, a cinemática do aeroporto e a relação com a capacidade. Desta forma, foi atendido o primeiro objetivo específico e respondida a primeira questão norteadora deste trabalho.

Após conhecer o primeiro objetivo específico, partiu-se para o segundo objetivo, analisando a fluidez com relação ao índice de atrasos coletado.

7. ANÁLISE DE FLUIDEZ

Para atender ao segundo objetivo específico, foram levantados os dados referentes ao movimento de

pousos e decolagens, ao IAA do Galeão e à Capacidade de Pista. Com essas informações, foi possível atribuir um Índice de Fluidez ao aeródromo durante a utilização do Padrão Operacional 3. De acordo com Bertalanffy (2009, p. 83):

Podemos dizer também que as características somativas de um elemento são aquelas que se mostram idênticas dentro e fora do complexo. Podem por conseguinte ser obtidas por meio da soma das características e do comportamento dos elementos conhecidos isoladamente.

A análise de fluidez consistiu na comparação de todos os parâmetros coletados, tendo como objetivo verificar o comportamento dos mesmos durante a utilização do Padrão Operacional 3, atribuindo um grau de fluidez ao aeródromo. Cabe salientar que, no ano de 2009, o IAA não atingiu o percentual de 0%.

A tabela 5 apresenta a relação entre os dias em que o Padrão 3 operou com um IAA acima de 10%, o movimento máximo (pico) de pousos e decolagens, a Capacidade de Pista e o grau de fluidez atribuído.

A partir dos dados apresentados acima, verificou-se que, nos 46 dias em que o Padrão Operacional 3 obteve um índice de fluidez 2, o IAA esteve acima de 10% e não ocorreu saturação do aeroporto. A análise revelou que, apesar de terem ocorrido percentuais de atrasos superiores a 10%, o movimento de pousos e decolagens mantiveram-se abaixo da capacidade prevista.

A tabela 6 apresenta a relação entre os dias em que o Padrão 3 operou com um IAA igual ou inferior a 10%, o movimento máximo (pico) de pousos e decolagens, a Capacidade e o grau de fluidez atribuído.

Tabela 5: Movimento máximo mensal e a Capacidade de Pista do Padrão 3.

	MESES											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
MOVIMENTO PICO	27	29	25	27	23	20	23	25	26	26	29	27
IAA	34%	23%	11%	17%	12%	34%	17%	16%	13%	19%	29%	41%
CAPACIDADE	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
IF	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Fonte: CGNA, 2008.

Tabela 6: Movimento máximo mensal e a Capacidade de Pista do Padrão 3.

	MESES											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
MOVIMENTO PICO	23	20	27	24	22	23	20	20	21	26	26	13
IAA	8,5%	7%	8,4%	7,7%	7%	8,3%	9,%	9,6%	7,7%	7,8%	9,8%	9,2%
CAPACIDADE	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
IF	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Fonte: CGNA, 2008.

A partir dos dados apresentados, constatou-se que nos 125 dias em que o Padrão Operacional 3 obteve um índice de fluidez 4, o IAA esteve abaixo de 10% e não ocorreu saturação do aeroporto.

Desta maneira, percebeu-se que, mesmo operando com uma configuração convergente, o sistema manteve um nível de operacionalidade satisfatório com relação aos parâmetros analisados. Conforme Bertalanffy (1968 apud, CHIAVENATO, 1983, p. 516): “a Homeostasia é o equilíbrio dinâmico entre as partes do sistema. Os sistemas têm uma tendência a se adaptarem a fim de alcançarem um equilíbrio interno em face das mudanças externas do meio ambiente.”

Após a análise da fluidez do Padrão Operacional 3, foi possível atender ao segundo objetivo específico e responder a segunda questão norteadora. Diante das considerações deste item, buscou-se, então, a resposta do problema de pesquisa que é enunciada na conclusão deste trabalho.

CONCLUSÃO

Diante da inquietação produzida pelo questionamento do DTCEA-GL a respeito do movimento de pousos e decolagens e da Capacidade de Pista do Padrão Operacional 3, esta pesquisa foi desenvolvida para investigar o seguinte problema de pesquisa: Qual a influência do Padrão Operacional 3 na fluidez do Aeroporto Internacional do Galeão no ano de 2009?

Com o intuito de responder ao problema proposto, foram consultadas as normas internas do DTCEA-GL, os arquivos do CGNA, as legislações do DECEA e autores que tratavam do assunto. Os dados coletados foram confrontados com os conceitos e princípios dispostos na Teoria Geral dos Sistemas e das demais publicações, visando produzir uma resposta adequada ao questionamento.

As informações obtidas revelaram que o Padrão Operacional 3 possui características intrínsecas e extrínsecas que obrigam o aeroporto a operar com pistas convergentes, dificultando a circulação. Através dos

dados disponibilizados, verificou-se que o Padrão 3 foi utilizado durante 171 dias do ano. Todavia, durante 46 dias o IAA esteve acima de 10% (IF 2), enquanto que, em 125 dias, o IAA esteve abaixo de 10% (IF 4). Porém, em ambos os casos, não ocorreu a saturação do aeroporto.

Diante das informações apresentadas e segundo a metodologia adotada neste trabalho, não houve indícios de que o Padrão Operacional 3 tenha contribuído para o aumento do nível de atrasos do Aeroporto Internacional do Galeão. Todavia, ressalta-se que não se conseguiu determinar as causas que levaram a um aumento do IAA nos dias em que foi utilizado o Padrão 3.

A análise do Galeão, segundo o conceito de inter-relação dos elementos dos subsistemas e dos sistemas de Bertalanffy, permitiu afirmar que durante a utilização do Padrão 3 a fluidez foi satisfatória em 34,2% do ano e não satisfatória durante 12,6% do ano. Contudo, uma vez que não houve a saturação do sistema, observou-se que o aumento do IAA não foi uma consequência do desbalanceamento entre a Capacidade de Pista e o movimento de pousos e decolagens. Logo, não foi possível identificar a influência do Padrão Operacional 3 na fluidez do Aeroporto do Galeão no ano de 2009. Desta forma, respondeu-se ao problema de pesquisa enunciado neste trabalho, utilizando-se como base a Teoria Geral dos Sistemas.

Este trabalho apresentou uma metodologia para a avaliação de fluidez de um aeroporto, onde foram atribuídos índices de fluidez para cada combinação de parâmetros analisados. A variação destes índices pode servir de ferramenta para verificar o nível de operacionalidade de um aeroporto, permitindo, ainda, que sejam identificadas as deficiências do sistema. Ao estabelecer estas deficiências será possível verificar, por exemplo, as causas do desbalanceamento entre a Capacidade de Pista e a demanda.

Diante dos aspectos apresentados, percebeu-se que o presente trabalho pode auxiliar o DECEA, através do CGNA, a identificar os pontos sensíveis na operação dos aeroportos, possibilitando o emprego de medidas táticas e estratégicas que visem manter a fluidez do espaço aéreo.

Doravante, o produto desta pesquisa científica pode servir, ainda, de subsídio para novos estudos referentes à elaboração de padrões operacionais e para a análise da

fluidez de outros aeroportos. Entende-se, ainda, que o assunto não deve ser esgotado neste trabalho, servindo de incentivo para futuros pesquisadores científicos.

REFERÊNCIAS

BERTALANFFY, L. V. **Teoria Geral dos Sistemas**. 4. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2009.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **MCA 100-14: Manual de Capacidade do Sistema de Pistas**. Rio de Janeiro, 2009a.

_____. Comando da Aeronáutica. Destacamento de Controle do Espaço Aéreo do Galeão. **Modelo Operacional da Torre de Controle do Galeão**. Rio de Janeiro, 2006.

_____. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **ICA 100-12: Regras do Ar e Serviços de Tráfego Aéreo**. Rio de Janeiro, 2009c.

CHIAVENATO, I. **Introdução à Teoria Geral da Administração**. 3. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 1983.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HORONJEFF, R. **Aeroportos: planejamento e projeto**. 1. ed. New York: McGraw-Hill, 1966.

EMPRESA BRASILEIRA DE INFRA-ESTRUTURA AEROPORTUÁRIA. **Movimento Operacional**. Rio de Janeiro: [s. n.], 2009.

GLOSSÁRIO

Aeródromo – Uma área definida em terra ou água (incluindo quaisquer construções, instalações e equipamentos) com o propósito de ser utilizada, no todo ou em parte, para a chegada, partida e movimentação de aeronaves em sua superfície.

Balanceamento – Relação de equilíbrio entre a demanda de tráfego aéreo e as capacidades declaradas.

Capacidade de Pista – Número de operações de pouso e decolagem que uma posição de controle de aeródromo atende em um determinado período de tempo, levando-se em conta a configuração do sistema de pistas, a separação na final, os tempos de ocupação de pista, a direção do vento e a categoria das aeronaves. O resultado final é obtido a partir de uma média ponderada das diferentes condições de operação.

Demanda de Tráfego Aéreo – O número de aeronaves que requisitam os serviços do sistema ATM em um dado período de tempo.

Fluxo de Tráfego Aéreo de Aeroporto – o fluxo de decolagens e de pousos de um aeroporto.

Fluxo de Tráfego – o volume de tráfego na mesma trajetória ou próxima da mesma trajetória de voo.

Gerenciamento de Fluxo de Tráfego Aéreo – Serviço estabelecido com o objetivo de contribuir para um fluxo de tráfego aéreo seguro, ordenado e eficiente, assegurando que a capacidade do ATC seja utilizada na sua máxima extensão possível e que o volume de tráfego seja compatível com as capacidades declaradas pela autoridade competente.

Infraestrutura aeroportuária – composta pelo sistema de pistas de táxi, pelo sistema de pistas de pouso e decolagem, pelos pátios de estacionamento e terminais de passageiros.

Planejamento versus Execução: uma análise das missões de VC-2 sob o aspecto da fadiga de voo

Planning vs. Execution: an analysis of VC-2 missions from the point of fatigue in flight

Planificación versus Ejecución: Un análisis de las misiones de VC-2 bajo el aspecto de la fatiga de vuelo

Capitão Aviador João Gustavo Lage Germano

Grupo de Transporte Especial - Brasília-DF
germano_gte@yahoo.com.br

RESUMO

O objetivo deste artigo é identificar em que medida as missões de VC-2 tiveram o gerenciamento da fadiga de voo afetado por fatores não previstos no planejamento, no período de setembro de 2009 a julho de 2010. A natureza da pesquisa apresentou características exploratórias, pois tornou mais explícito o problema do gerenciamento da fadiga de voo nas missões de VC-2. A metodologia empregada foi a pesquisa documental, complementada por um levantamento de dados por entrevista. Com o referencial teórico apresentado, foi possível estabelecer uma relação das missões de VC-2 com a teoria da Gestão de Processos, dando ênfase ao Ciclo PDCA. Foi abordado todo o processo de planejamento de uma missão, bem como a legislação que baliza o gerenciamento da fadiga de voo. Das 356 missões realizadas no período, foram extraídos os dados de jornada de voo planejada e executada, tipo de tripulação e fatores não previstos no planejamento. Esses dados foram analisados quanto ao cumprimento do estipulado no planejamento e pôde-se concluir que o gerenciamento da fadiga de voo foi afetado em 31 missões realizadas, ou seja, 9% do total. Além disso, verificou-se que o fator que mais influenciou para que isso ocorresse foi o atraso no embarque dos passageiros e cargas previstos na missão, presente em 9 delas.

Palavras-chave: Fadiga de voo. Planejamento de missão aérea. Ciclo PDCA. Segurança de voo.

Recebido / Received / Recibido
13/01/11

Aceito / Accepted / Acepto
28/03/11

ABSTRACT

This article aimed to identify in which way missions of VC-2 had the management of the in flight fatigue affected by not foreseen factors in the planning, during the period from September 2009 to July 2010. The nature of the research presented exploratory characteristics because it showed the problem of managing fatigue in flight missions of VC-2. The used methodology was the documentary research, complemented by data collection through interviews. With the theoretical reference presented, it was possible to establish a relation between the missions of VC-2 and the theory of Case Management, giving emphasis on the PDCA Cycle. It was approached the whole process of planning a mission, as well as the legislation for guiding the management of fatigue in flight. It was extracted flight data of the planned and executed journeys, type of crew and not foreseen factors in the planning, of the 356 missions accomplished in that period. These data were analyzed according to the stipulated in the planning and it was concluded that the management of fatigue in flight was affected in 31 missions, or 9% of the total. Moreover, it was found that the most important factor involved was the boarding delay of passengers and cargo expected in the mission, presented in 9 of them.

Keywords: Flight fatigue. Air mission planning. PDCA Cycle. Flight safety.

RESUMEN

El objetivo de este artículo es identificar en qué medida las misiones de VC-2 tuvieron la gestión de la fatiga de vuelo afectadas por factores no previstos en la planificación, en el período de septiembre de 2009 hasta julio de 2010. La naturaleza de la investigación presentó características exploratorias, pues tornó explícito el problema de la fatiga de vuelo en las misiones de VC-2. La metodología empleada fue la investigación documental, complementada por un levantamiento de datos por entrevista. Con el referencial teórico presentado, fue posible establecer una relación de las misiones de VC-2 con la teoría de la Gestión de Procesos, dando énfasis al Ciclo PDCA. Fue abordado todo el proceso de planificación de una misión, así como la legislación que guía la gestión de la fatiga de vuelo. De las 356 misiones realizadas en el período, fueron extraídos los datos de jornada de vuelo planificada y ejecutada, tipo de tripulación y factores no previstos en la planificación. Esos datos fueron analizados cuanto al cumplimiento del estipulado en la planificación y, se puede concluir que la gestión de la fatiga de vuelo fue afectada en 31 misiones realizadas, o sea, 9% del total. Además, se verificó que el factor que más influyó para que ocurriera esto fue el retraso en embarque de los pasajeros y cargas previstas en la misión, presente en 9 de ellas.

Palabras-clave: Fatiga de vuelo. Planificación de misión aérea. Ciclo PDCA. Seguridad de vuelo.

INTRODUÇÃO

Em 18 de agosto de 1993, um cargueiro quadrimotor McDonnell Douglas DC-8-61 acidentou-se enquanto pousava em Guantanamo Bay, Cuba. O piloto perdeu o controle próximo ao pouso, e a aeronave colidiu violentamente com o solo. As condições meteorológicas no local estavam boas. Os únicos a bordo eram três tripulantes que ficaram seriamente feridos (NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD, 1994).

Em 19 de maio de 1996, o FAB 2295, um Embraer 110, colidiu com o solo aproximadamente 2 minutos após a decolagem do aeródromo de Caravelas-BA. A aeronave explodiu e os quatro tripulantes morreram no local (BRASIL, 2003).

Em ambos os casos, os responsáveis pela investigação relataram que a fadiga de voo estava presente e era o possível fator contribuinte¹ a ter afetado a capacidade de julgamento das tripulações (NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD, 1994; BRASIL, 2003).

Para Kanashiro (2005, p. 336), “[...] a fadiga de voo é um estado determinado pela atividade aérea que deteriora a condição psicofisiológica, ocasionando diminuição progressiva do desempenho”.

Segundo o autor mencionado acima, mesmo que o incremento tecnológico das aeronaves, com projetos ergonômicos e sistemas confiáveis, somado com a melhoria do controle de tráfego aéreo, tenha provocado impacto positivo na segurança de voo,

¹ O Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA) define Fator Contribuinte como “[...] condição (ato, fato, ou combinação deles) que, aliada a outras, em sequência ou como consequência, conduz à ocorrência de um acidente aeronáutico, de um incidente aeronáutico ou de uma ocorrência de solo, ou que contribui para o agravamento de suas consequências” e o classifica de acordo com a sua área de abordagem da segurança operacional como Fator Humano ou Fator Material (BRASIL, 2009).

o Fator Humano² ainda é destaque nos fatores contribuintes dos acidentes aeronáuticos.

Kanashiro (2005, p. 335) acrescenta ainda:

O que pode fazer com que um piloto capacitado, com excelente formação e treinamento, demonstrando estar nas melhores condições psicofisiológicas cometa um erro de julgamento ou tome uma decisão inadequada e ocasione um acidente? A fadiga pode ser uma das respostas.

Velasco Díaz (1995) diz que a fadiga de voo, inserida no contexto do Fator Humano, juntamente com seus sinais e sintomas derivados, está presente em cerca de 35% dos acidentes aeronáuticos. Ainda complementa que é uma condição subjetiva, de difícil identificação e que avança de maneira traiçoeira e perigosa sobre as tripulações. Hawkins (1987) relata que, em uma pesquisa com pilotos nos Estados Unidos da América, 93% destes profissionais reportaram a fadiga como problema.

A importância do tema Fadiga de Voo é incontestável para todo o meio aeronáutico, justificando-se pelo grave risco à aviação.

Inserido nesse contexto, encontra-se o Grupo de Transporte Especial (GTE), unidade da Força Aérea Brasileira (FAB), situada em Brasília, e responsável pelo transporte aéreo das mais altas autoridades do país.

O GTE possui uma estrutura operacional de Grupo de Aviação e está subdividido em três Esquadrões Aéreos com funções distintas. O Primeiro, o Segundo e o Terceiro Esquadrão compartilham suas atividades administrativas com o Grupo, porém seus Setores de Operações, responsáveis por, dentre outras atividades, o planejamento das missões aéreas, trabalham de forma independente.

Em 25 de setembro de 2009, com a finalidade de substituir os antigos VC-96, Boeing 737-200, foi incorporada a primeira aeronave VC-2, Embraer 190, à frota do Primeiro Esquadrão do GTE (GTE-1). Equipada com tecnologia avançada, sistema de comandos de voo *fly-by-wire*³, motores confiáveis e de alto rendimento, modernos sistemas de navegação e comunicação, além de *head-up display*⁴ (HUD). Pode, ainda, realizar aproximações para pouso com condições meteorológicas bastante deterioradas (ILS CAT III⁵). O VC-2 está dentre os aviões mais modernos da atualidade.

Com uma autonomia de aproximadamente 8 horas, esta aeronave é capaz de, por exemplo, decolar de

Brasília e atingir, sem escalas, qualquer capital dos países sul-americanos e, com apenas uma, grande parte do continente europeu.

Missões com essas características são comuns na rotina do GTE e dependem de um complexo planejamento por parte dos setores responsáveis, os quais utilizam legislações balizadoras para diminuir a possibilidade de estresse em pilotos e tripulantes, com o intuito de evitar a ocorrência de incidentes e de acidentes aeronáuticos ocasionados pela fadiga de voo.

[...] no intuito de evitar que a Fadiga de Voo se torne um fator contribuinte para incidentes ou acidentes aeronáuticos, faz-se necessário estabelecer limitações, de acordo com as especificidades das missões atribuídas ao GTE e a cada um dos equipamentos operados pela Unidade. (BRASIL, 2008, p. 3).

Nesse âmbito, o autor, como integrante do quadro de tripulantes da aeronave VC-2, observou que, em algumas missões, diversos fatores externos têm agido sobre o planejamento, ocasionando um aumento não previsto do tempo de envolvimento das tripulações e, em casos extremos, a fadiga de voo.

Assim, surgiu a inquietação que despertou o interesse de se identificar em que medida as missões de VC-2 tiveram o gerenciamento da fadiga de voo afetado por fatores não previstos no planejamento, no período de setembro de 2009 a julho de 2010.

Com relação à linha de pesquisa, o trabalho se enquadra no Emprego da Força, uma vez que as missões que tiveram o gerenciamento da fadiga de voo afetado possuem relação direta com o emprego da Força Aérea.

Com a finalidade de manter uma linha de pesquisa sem desvios no foco, foi tomado como objetivo do trabalho: identificar em que medida as missões de VC-2 tiveram o gerenciamento da fadiga de voo afetado por fatores não previstos no planejamento, no período de setembro de 2009 a julho de 2010. Para atingir esse objetivo, foi necessário analisar o processo de gerenciamento da fadiga de voo no planejamento das missões de VC-2; quantificar as missões executadas com duração acima do planejado, no período de setembro de 2009 a julho de 2010; e identificar os fatores operacionais e administrativos que afetaram o cumprimento das missões conforme o planejado, no período de setembro de 2009 a julho de 2010.

A relevância deste trabalho caracteriza-se pela sua importância para a segurança de voo no GTE, tendo em vista a necessidade de se ter dados reais sobre a

² Área de abordagem da segurança operacional que se refere ao complexo biológico do ser humano e que compreende os aspectos médico, psicológico e operacional (BRASIL, 2009).

³ Sistema em que as superfícies de comando do avião são movidas por atuadores elétricos os quais recebem sinais dos comandos dos pilotos, isto é, não existem ligações mecânicas entre o manche do piloto e a superfície propriamente dita.

⁴ Instrumento inicialmente desenvolvido para utilização em aeronaves de caça visando fornecer informações visuais ao piloto sem que este tenha que desviar os olhos do alvo à frente da aeronave.

⁵ "Instrument Landing System" categoria III, procedimento para pouso por instrumentos no qual os mínimos meteorológicos são menores que os usuais, permitindo procedimentos nos quais o ponto de decisão entre o pouso e a arremetida varia de 0 a 15 metros.

efetividade do planejamento de missões quanto ao gerenciamento da fadiga. Somado a isto, proporcionará um levantamento dos principais fatores não previstos que têm influenciado na execução das missões, visando a uma análise futura pelos setores responsáveis, a fim de eliminá-los do contexto ou, caso não seja possível, inseri-los no planejamento.

Um acidente com uma aeronave do GTE, principalmente com autoridade a bordo, traria para a FAB fortes consequências negativas. Dentre elas, a possível perda de vidas humanas e os gastos financeiros, nos quais se enquadrariam o custo direto com a aeronave, e os custos indiretos com os danos a terceiros e as ações judiciais.

1 METODOLOGIA

Os procedimentos abaixo descritos compreendem toda a dinâmica metodológica empregada nas ações de pesquisa. Além disso, serão abordados o universo e a amostra, o método utilizado e seus limites, os tipos de pesquisa e as técnicas e instrumentos de coleta, o tratamento e a análise dos dados, justificando-se as escolhas.

A pesquisa foi classificada como exploratória quanto ao seu objetivo, uma vez que propôs tornar mais explícito o problema do gerenciamento da fadiga de voo nas missões de VC-2. Quanto aos métodos empregados, foi utilizada a pesquisa documental, além de um levantamento de dados por entrevista.

Foi, inicialmente, utilizada a pesquisa documental por meio da análise da Diretriz do Gabinete do Comandante da Aeronáutica “DGAB 001/GC2/2008 – limite de tempo de envolvimento em atividade aérea no grupo de transporte especial – fadiga de voo” (BRASIL, 2008). Nesse documento, estão estabelecidos parâmetros relativos à jornada de voo⁶ máxima e ao descanso⁷ mínimo para os tripulantes do GTE, além de orientar o planejamento e a execução da atividade aérea, a fim de que haja o necessário controle da fadiga.

Como alguns fatores de planejamento não são definidos naquela diretriz, necessitou-se entrevistar um Oficial que trabalhava no Setor de Operações do GTE-1, no ano de 2009, a fim de complementar a pesquisa. Nesta entrevista, foi solicitado que o Oficial detalhasse todos os passos do planejamento de uma missão.

Em seguida, foi realizada uma pesquisa documental por meio da análise das Ordens de Missão do VC-2. Este é o documento emitido pelo Setor de Operações do GTE-1 para o Comandante da aeronave, no qual é detalhado como a missão deverá ser cumprida. Nele,

constam todos os militares escalados para o voo, as localidades de decolagem e pouso, bem como seus horários, e o tempo de duração de cada trecho do voo. Consta, ainda, qual o tipo de missão e alguma ordem especial, caso seja necessária. Após a missão, são preenchidos campos específicos com os horários realmente cumpridos e as alterações, que porventura aconteçam, são descritas no local previsto.

Foram utilizadas 356 missões compreendidas entre setembro de 2009, quando da chegada da primeira aeronave VC-2 no GTE, até julho de 2010.

Finalizada a coleta, seguiu-se à sistemática para elaboração e classificação dos dados. O material foi organizado e tabulado, utilizando-se a planilha eletrônica *Microsoft Office Excel*®, recebendo tratamento tanto quantitativo, quanto qualitativo, a fim de facilitar a organização e compreensão dos resultados obtidos.

Uma vez apresentada a metodologia, faz-se necessária a apresentação do referencial teórico no qual a pesquisa está apoiada para viabilizar a análise dos dados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Tendo por objetivo responder ao problema de pesquisa formulado no início do trabalho, faz-se mister apreciar as missões aéreas de VC-2 à luz da Gestão de Processos, dando ênfase ao Ciclo PDCA. As principais obras utilizadas para encontrar o embasamento teórico foram “O Processo nosso de cada dia”, de 2004, de Mauriti Maranhão e Maria Elisa Bastos Macieira e “TQC – Controle de Qualidade Total no estilo japonês”, também de 2004, de Vicente Falconi Campos.

Embora os assuntos abordados por esses autores sejam de grande riqueza de conteúdo, o foco do estudo foi mantido pela extração apenas de ideias que se relacionam com a questão em tela.

2.1 GESTÃO DE PROCESSOS

Conforme o pensamento de Davenport (1994 apud MARANHÃO; MACIEIRA, 2004, p. 13), processo é “[...] a ordenação específica das atividades de trabalho, no tempo e no espaço, com um começo, um fim, e *inputs* e *outputs* claramente identificados”.

Maranhão e Macieira (2004) citam em sua obra que todas as organizações, de uma forma ou outra, requerem gestão porque todas têm o mesmo fundamento: reunir

⁶ “Período no qual os tripulantes encontram-se envolvidos em atividades relacionadas ao voo, desde sua apresentação até o término de toda atividade aérea e de seus desdobramentos [...]”. (BRASIL, 2008).

⁷ “Período em que não há envolvimento de tripulante relacionado com o serviço, a missão ou a atividade aérea, antes do início da jornada de voo e após esta, com o objetivo de proporcionar-lhe um repouso adequado”. (BRASIL, 2008).

e integrar esforços para atingir um objetivo comum. Complementam que é a abordagem de processos que fornece os instrumentos básicos para a gestão dessas organizações, que são: conhecer, fazer funcionar, avaliar, controlar e melhorá-las continuamente.

Segundo Campos (2004, p. 19) “processo é um conjunto de causas (que provoca um ou mais efeitos)” e o seu controle é a essência do gerenciamento em todos os níveis hierárquicos da empresa. O autor cita, ainda, que “[...] sempre que algo ocorre (efeito, fim, resultado) existe um conjunto de causas (meios) que podem ter influenciado”, e que “[...] cada processo pode ter um ou mais resultados (efeitos, fins)”.

E para que esses processos possam ser gerenciados, é necessário medir seus efeitos por meio de seus “itens de controles”, os quais Campos (2004, p.19) explica serem “[...] índices numéricos estabelecidos sobre os efeitos de cada processo para medir a sua qualidade total”.

O mesmo autor complementa que os resultados de um item de controle são garantidos pelos “itens de

verificação”, que também podem ser chamados de “itens de controle das causas”.

Nessa mesma linha, Maranhão e Macieira (2004) dividem os processos em dois tipos: aqueles que podem ser controlados e aqueles que podem nos controlar. Explicando melhor, o primeiro tipo é quando existe controle de processos, isto é, há relações definidas de causa e efeito, tem-se domínio da situação e os resultados são determinados ou previstos. Já o segundo tipo é quando não há controle de processos. Nesse caso, não existe o controle da situação e os resultados não podem ser previstos.

Portanto, seguindo os ensinamentos dos autores supracitados, cada missão de VC-2 é um processo que se inicia na fase do Planejamento, passa pela execução da missão, onde as transformações podem vir a ocorrer, e se encerra com a Ordem de Missão retornando ao Setor de Operações do GTE-1.

Campos (2004) deixa claro que todos os passos do processo devem ser conhecidos para que possam ser

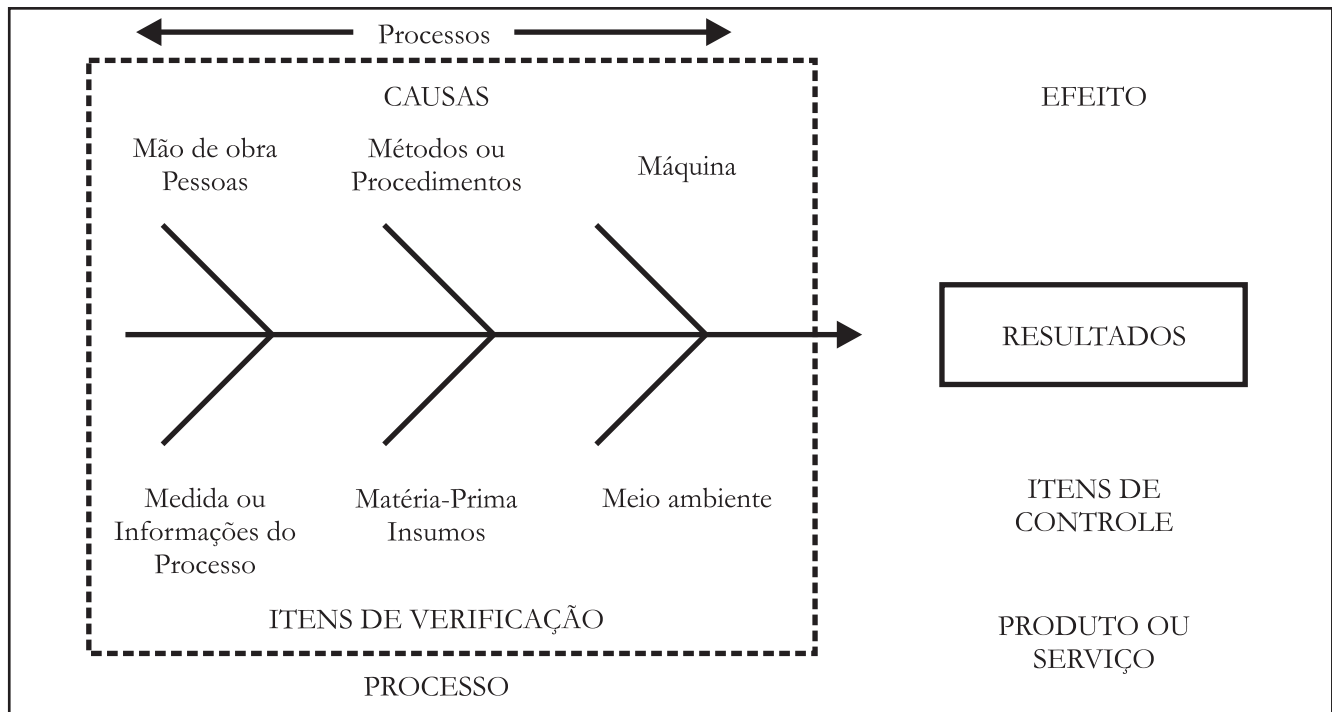


Figura 1: Definição de processos. Fonte: Whiteley (1992).



Figura 2: Processo sob controle. Fonte: Maranhão e Macieira (2004).

controlados. E, para que se atinja esse objetivo, devem ser empregadas ferramentas a fim de auxiliar na avaliação e na aplicação de melhoria nos processos.

Para efeito de aplicação direta nesta pesquisa, optou-se pela utilização do Ciclo PDCA na análise do processo explicitado, o que impõe a necessidade de um maior esclarecimento desta ferramenta.

2.2 CICLO PDCA

Após o advento da administração científica por Frederick W. Taylor e Henri Fayol, por volta de 1916, alguns teóricos, na busca de soluções mais estruturadas, começaram a desenvolver ferramentas de natureza mais objetiva, quando foi percebida a possibilidade de aplicação da estatística na administração organizacional (MARANHÃO; MACIEIRA, 2004).

Nos anos 30, seguindo esta linha de pensamento, o professor e estatístico americano Walter Shewhart identificou em seus estudos que os administradores deveriam utilizar em seus trabalhos o ciclo *Specify-Product-Inspect* (Especificar-Fazer-Inspeccionar) como método de melhorias. Porém, somente na década de 40, quando W. E. Deming complementou o ciclo de Shewhart, agregando mais uma fase, é que foi postulado o Ciclo PDCA. Este nome foi definido pelas iniciais das palavras inglesas *Plan* (planejar), *Do* (fazer), *Control*⁸ (controlar, verificar) e *Action* (atuar corretivamente) (MARANHÃO; MACIEIRA, 2004).

Mesmo tendo sido popularizado na década de 50, quando Deming utilizou esse método de gerenciamento em seus trabalhos desenvolvidos no Japão (DEMING, 1990), o Ciclo PDCA ainda vem se mostrando a mais simples e importante ferramenta para a busca da qualidade⁹ (CAMPOS, 2004).

Para Campos (2004) este ciclo pode ser definido por quatro fases, a saber:

(P) Planejamento: fase em que são estabelecidas as metas sobre os itens de controle e o método para atingir as metas propostas;

(D) Execução: quando são executadas as tarefas exatamente como previstas no plano e coletados dados para a verificação do processo;

(C) Verificação: fase em que, a partir dos dados coletados na execução, compara-se o resultado alcançado com a meta planejada; e

(A) Atuação Corretiva: etapa onde se atua no sentido de fazer correções definitivas, a fim de que o problema nunca volte a ocorrer. A atuação corretiva pode ocorrer sobre o que foi feito ou sobre o planejamento.

⁸ Embora Maranhão e Macieira (2004) tenham citado a palavra Control, outros autores, como por exemplo, Campos (2004), citam Check.

⁹ Campos (2004, p.2) define um produto ou serviço de qualidade “[...] aquele que atende perfeitamente, de forma confiável, de forma acessível, de forma segura e no tempo certo às necessidades do cliente”.

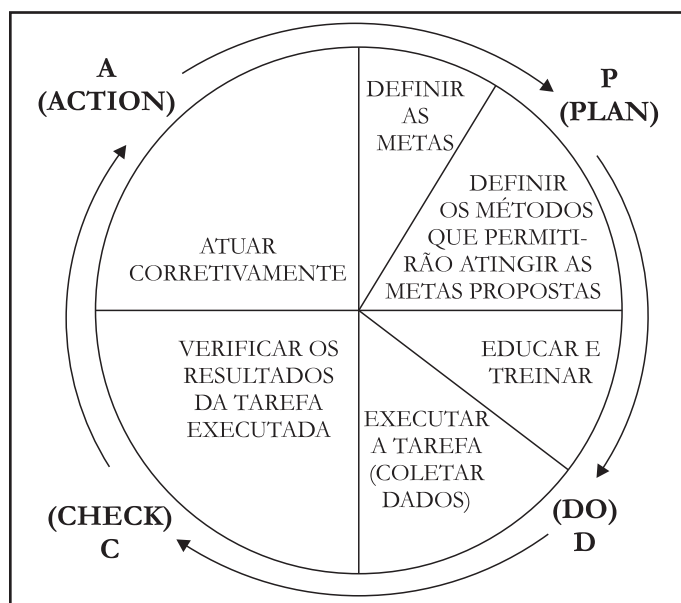


Figura 3: Ciclo PDCA de controle de processos.
Fonte: Campos (2004).

Campos (2004) e Maranhão e Macieira (2004) citam que essa ferramenta pode ser utilizada tanto para manter, como para melhorar um processo. E que os melhores resultados de qualquer processo são alcançados fazendo-se girar continuamente o Ciclo PDCA.

Dessa forma, pode-se observar tanto a abrangência, como a dinâmica que o Ciclo PDCA tem como uma ferramenta na gestão de processos. Enfatiza-se, assim, a sua importância para a presente pesquisa, uma vez que a fase “planejamento” é a primeira do ciclo e que dispara todo o processo.

Após compreender os fundamentos teóricos relacionados ao problema da pesquisa, tem-se agora embasamento para prosseguir na apresentação dos dados obtidos e na verificação de sua análise.

3 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Os dados aqui apresentados foram divididos em três partes, sendo estas separadas de forma a propiciar melhor compreensão do caminho investigativo.

3.1 O GERENCIAMENTO DA FADIGA DE VOO

A fim de analisar o gerenciamento da fadiga de voo nas missões de VC-2, torna-se necessário discorrer sobre os principais aspectos da dinâmica de um planejamento de missão no GTE-1.

Conforme coletado na entrevista, o planejamento da missão, geralmente, se inicia no Setor de Operações do

GTE-1 com o recebimento do Quadro de Missões Aéreas (QMA)¹⁰, confeccionado na Secretaria de Coordenação e de Acompanhamento de Assuntos Militares (SCAAM)¹¹. Os dados referentes à missão que será planejada são transcritos em uma planilha e todos os fatores passam a ser observados. A Seção de Navegação do GTE (SNAV)¹², também de posse desses dados, utiliza o *software* FliteStar¹³ para o cálculo da rota, tempo de voo e o combustível mínimo com que a aeronave deverá ser abastecida para cumprir cada trecho da missão com segurança. As informações de tempo de voo que a SNAV calcula são comparadas com as que constam no QMA, e as discrepâncias reportadas à SCAAM para a adequação, uma vez que esse setor calcula os tempos de voo de forma estimada e sem a utilização de um *software* específico. Para o tempo de solo nos pousos intermediários, é utilizado o seguinte tempo como fator de planejamento: uma hora para localidades no Brasil e uma hora e trinta minutos para localidades no exterior. O passo seguinte é o gerenciamento da fadiga de voo propriamente dito. Posteriormente, os tripulantes são escalados, e a Ordem de Missão emitida.

Para o gerenciamento da fadiga, o Setor de Operações do GTE-1 utiliza como base a “DGAB 001/GC2/2008 – limite de tempo de envolvimento em atividade aérea no grupo de transporte especial – fadiga de voo” (BRASIL, 2008).

O documento supracitado visa evitar a ocorrência de incidentes e acidentes aeronáuticos ocasionados pela fadiga de voo, ao trazer em seu conteúdo algumas definições, limitações e parâmetros que embasam o gerenciamento da fadiga.

A jornada de voo vigora dentre as principais definições levadas em conta pelo Setor de Operações do GTE-1 nessa

Tabela 2: Jornada de voo, tripulação e descanso mínimo.

Duração máxima da Jornada de voo	Tripulação	Número de pilotos	Descanso mínimo antes do voo	Descanso mínimo após o voo ¹⁵
Até 12 horas	Simple	2	9h nas 24h que antecedem o término do voo	9 horas
De 12 a 16 horas	Composta	3	9h imediatamente antes do início da jornada	13 horas
De 16 a 20 horas	de Revezamento	4	9h imediatamente antes do início da jornada	18 horas

Fonte: Adaptado de Brasil (2008).

¹⁰ O QMA é um documento que contém diversas missões que o GTE-1 deverá realizar. Ele é atualizado diariamente, ou sempre que necessário, e contém as seguintes informações: data da missão, horário de decolagem e pouso, tempo de voo, localidades e o tipo de missão que será realizado.

¹¹ A SCAAM é o principal órgão acionador de missões do GTE-1.

¹² Seção responsável por “[...] elaborar os planejamentos de voo para as diversas aeronaves, visando ao cumprimento de todas as missões nacionais e internacionais atribuídas ao GTE”. (BRASIL, 2007, p. 13).

¹³ Programa da empresa Jeppesen específico para planejamento de rotas aéreas.

¹⁴ A DGAB cita que esse parâmetro poderá ser suprimido se for assegurado entre jornadas de voo, pelo menos, quatro horas adicionais ao tempo de descanso mínimo após o voo (tabela 2).

¹⁵ Para as missões em que houver o cruzamento de quatro ou mais fusos horários, a DGAB determina que o descanso deva ser acrescido em uma hora por fuso cruzado, a partir do quarto, inclusive.

fase. Para seu melhor entendimento, ela se define como o tempo de envolvimento do tripulante com toda a atividade relacionada ao voo, ou seja, desde a sua apresentação para a o início da missão até o término de toda a atividade aérea. Para o cálculo da jornada no planejamento das missões, a DGAB estipula alguns parâmetros, os quais deverão ser somados ao tempo decorrido entre a primeira decolagem e o último pouso, conforme tabela abaixo.

Tabela 1: Parâmetros para o cômputo da jornada de voo.

	Antes do voo	Depois do voo ¹⁴
Voos Nacionais	+ 1 hora	Horário do pouso (se for em Brasília) ou + 30min, nos demais casos
Voos Internacionais	+ 2 horas	+ 1 hora

Fonte: Adaptado de Brasil (2008).

Outra definição levada em conta no gerenciamento da fadiga relaciona-se com o tipo de tripulação, que, dependendo do número de tripulantes, classifica-se em Tripulação Simples, Composta ou de Revezamento. No caso do VC-2, os três tipos possuem o mesmo número de integrantes, exceção feita ao número de pilotos, que serão dois, três ou quatro, respectivamente.

Os limites que asseguram o descanso mínimo aos tripulantes também fazem parte do planejamento. Eles estabelecem o período no qual os aeronavegantes não podem ter nenhum envolvimento com o serviço ou voo, antes ou depois da missão (tabela 2).

A DGAB estabelece que, para saber qual o tipo de tripulação e o descanso mínimo que será utilizado no planejamento, deve-se comparar a duração da jornada calculada com os critérios sintetizados na tabela 2.

Sendo assim, observa-se que o gerenciamento da fadiga de voo nas missões de VC-2 é um processo que, embora complexo, está pautado em uma legislação balizadora e é realizado durante o planejamento da missão, o que corrobora a teoria de Maranhão e Macieira (2004, p.147) a respeito da fase (P) Planejamento do Ciclo PDCA “se vamos fazer alguma coisa, primeiro temos de planejá-la previamente”.

3.2 MISSÕES EXECUTADAS COM DURAÇÃO ACIMA DO PLANEJADO

Em uma segunda etapa da pesquisa, buscou-se verificar a quantidade de missões que foram realizadas acima do planejado. Nesse intento, foram utilizados os dados compilados das Ordens de Missão e comparados os campos que continham os horários de decolagem e pouso planejados com os que foram preenchidos pela tripulação após a realização da missão.

Para esta pesquisa, os dados apresentados foram divididos da seguinte forma: até 29 minutos não foi considerado atraso; entre 30 min e 1h 59 min, os atrasos foram medidos em blocos de 30 minutos e entre 2h e 6h 59 min, em blocos de 1 hora.

Analisando a figura 4, nota-se que em apenas 41% das missões não ocorreram atrasos, o que correspondeu

que, das 356 missões analisadas, 146 não atrasaram e 210 atrasaram. Destaca-se, ainda, que 44% do total de missões, ou seja, 155 atrasaram entre 30 minutos a 1h 59 min.

Segundo os conceitos de Maranhão e Macieira (2004), trata-se de um tipo de processo em que não há o controle da situação e os resultados não podem ser previstos, isto é, as “Transformações” (figura 2) não são controladas, uma vez que quase 60% das missões não foram cumpridas com a duração planejada.

Utilizando o Ciclo PDCA, verifica-se que os atrasos das missões ocorrem na fase (D) Execução, aquela na qual se executa o planejado e os dados são coletados.

Retornando aos dados obtidos na primeira etapa da pesquisa, observa-se que, embora 210 missões tenham atrasado, todas foram planejadas respeitando os critérios e limitações do gerenciamento da fadiga de voo.

Porém, ao comparar a duração da jornada de voo de cada uma das missões de VC-2 atrasadas com o número de pilotos, verificou-se que em 15% dessas missões (31 missões) a duração máxima da jornada de voo (tabela 2) foi extrapolada, conforme observado na figura 5.

Sendo assim, uma vez identificadas não só as missões que atrasaram, como também as que não cumpriram o previsto no gerenciamento da fadiga de voo, foi necessário identificar os motivos que levaram a tal ocorrido.

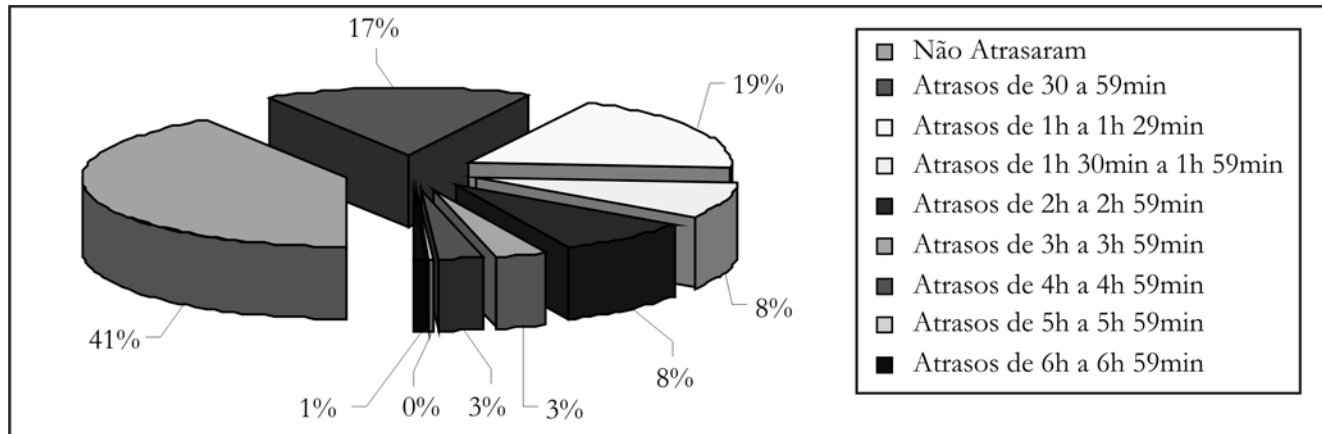


Figura 4: Atraso das missões de VC-2.

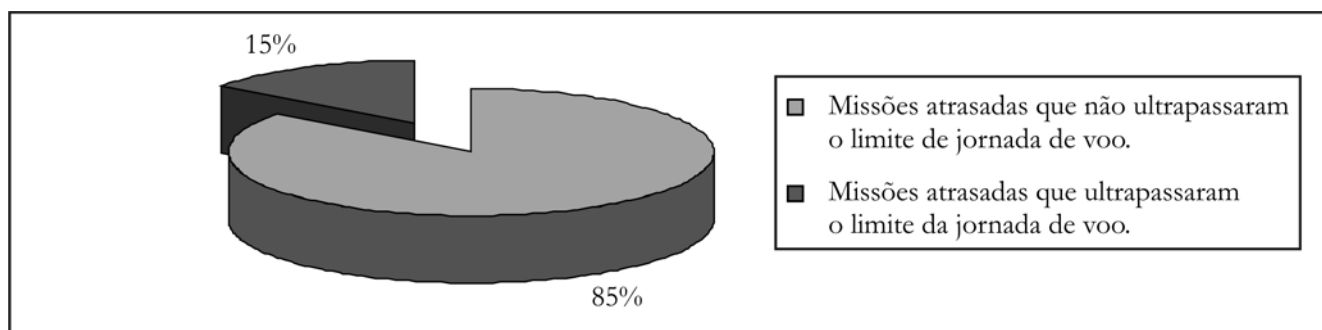


Figura 5: Missões de VC-2 atrasadas que não respeitaram o limite da duração máxima da jornada de voo estipulada para o tipo de tripulação.

3.3 FATORES OPERACIONAIS E ADMINISTRATIVOS QUE AFETARAM O CUMPRIMENTO DAS MISSÕES CONFORME O PLANEJADO

Cumprindo a última etapa da pesquisa, foram utilizados novamente os dados coletados das Ordens de Missão, porém, estes, agora, foram extraídos do campo no qual são descritas as alterações ocorridas durante a realização da missão.

Os fatores, tanto operacionais como administrativos, que afetaram o cumprimento das missões conforme o planejado, foram divididos, a fim de facilitar a exposição dos dados, em 9 grupos, a saber:

Atraso da aeronave titular: atraso na decolagem da aeronave principal de uma missão na qual o VC-2 tenha ficado de reserva;

Embarque: atraso no embarque dos passageiros e cargas previstos na missão;

Tempo de solo: atraso no tempo estipulado para a aeronave permanecer no solo durante os pousos intermediários, ou seja, uma hora para localidades no Brasil e uma hora e trinta minutos para localidades no exterior;

Instrução: atraso na realização dos procedimentos normais de voo, por parte da tripulação, durante a realização de missões de instrução;

Navegação aérea: atraso influenciado por ventos fortes em rota, inclusive com pouso não planejado para reabastecimento, e por mudanças nas rotas de voo, em detrimento ao solicitado pelos órgãos de controle do espaço aéreo;

Tráfego aéreo: atraso decorrente do congestionamento do tráfego aéreo ou da demora na aprovação do plano de voo;

Ordem superior: atraso decorrente de alteração da missão para o atendimento de ordens emanadas do Comando Superior;

Aeronave não estava pronta: atraso na chegada de uma missão anterior na qual era utilizada a mesma aeronave; e

Outros: atraso influenciado por outra situação não definida acima. Por exemplo: procedimentos alfandegários, abastecimento, pane da aeronave e condições meteorológicas.

Depois de identificados, os fatores que contribuíram para o atraso das 210 missões foram quantificados em porcentagens, de forma a facilitar a apresentação de sua influência (figura 6). Ressalta-se, ainda, que algumas missões foram afetadas por mais de um fator.

Conforme observado abaixo, o fator que mais se destacou foi **atraso da aeronave titular**, presente em 26,67% das missões atrasadas, ou seja, em 56 delas. Na sequência, os de maior vulto foram os seguintes: **embarque**, em 23,81%, **tempo de solo**, em 19,05%, e **instrução**, em 16,19%.

A fim de confirmar se essa proporção encontrada na figura 6 foi a mesma presente nas 31 missões que tiveram o gerenciamento afetado, fez-se necessária uma nova quantificação dos fatores, como apresentado abaixo.

Dessa forma, pode-se verificar na figura acima que, diferente da análise das 210 missões (figura 6), o **embarque** foi o fator que mais esteve presente,

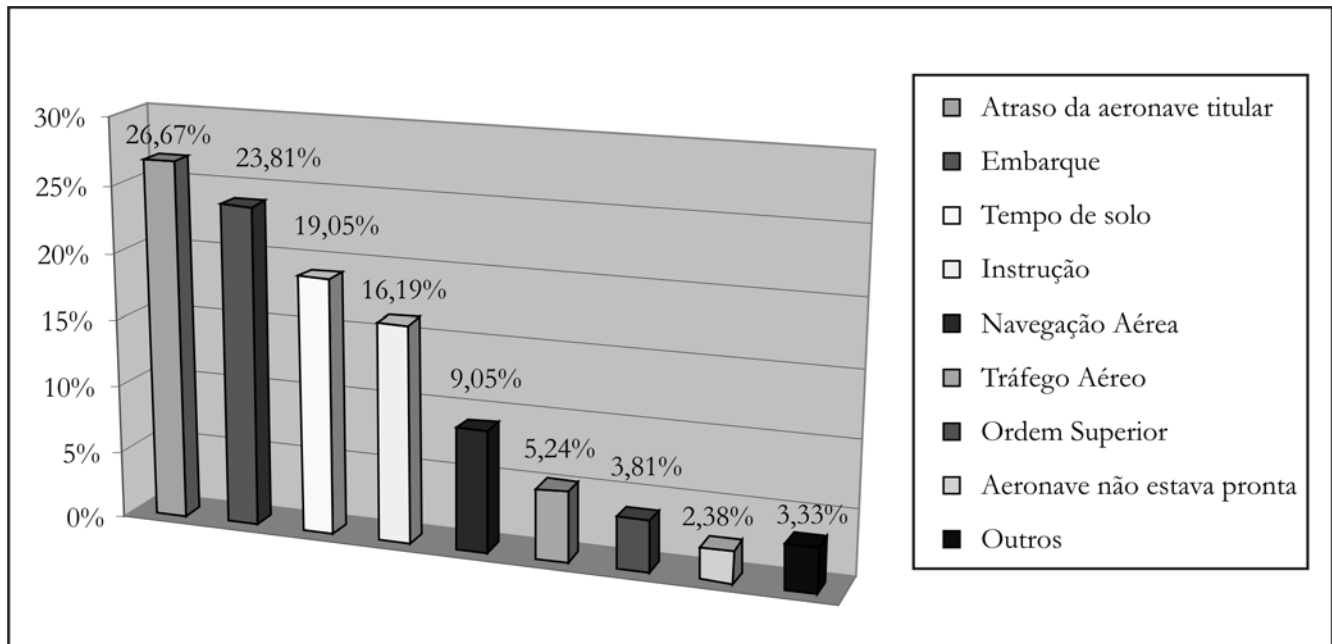


Figura 6: Fatores que ocasionaram os atrasos das Missões de VC-2.

representando 29,03%. Seguido por **atraso da aeronave titular, tempo de solo e navegação aérea**, todas com 16,13%. O fator **instrução**, embora tenha sido representativo anteriormente, não esteve presente nesse caso.

Retornando mais uma vez à figura 2, verifica-se que esses fatores não planejados, apresentados acima, são os responsáveis pelas “Transformações” ocorridas não serem controladas.

Para Campos (2004, p. 25) “[...] manter sob controle é saber localizar o problema, analisar o processo, padronizar e estabelecer itens de controle de tal forma que o problema nunca mais ocorra”.

Encerrada esta última etapa da pesquisa, pode-se enquadrar a missão de VC-2 à luz do Ciclo PDCA:

(P) Planejamento da missão e execução do gerenciamento da fadiga de voo (fase identificada no processo);

(D) A missão ocorre conforme o planejado, ou não. A Ordem de Missão é preenchida (fase identificada no processo);

(C) Fase em que a Seção de Operações do GTE-1 recebe a Ordem de Missão e checka se a missão foi ocorrida conforme o planejado, identificando a ocorrência de fatores não previstos (fase identificada no processo); e

(A) Fase em que a Seção de Operações do GTE-1 altera os fatores de planejamento ou atua sobre os problemas identificados, a fim de que as missões ocorram sempre conforme o inicialmente previsto (fase não identificada no processo).

A fim de exemplificar as duas últimas fases desse processo, à luz do Ciclo PDCA, segue abaixo uma situação hipotética:

O Setor de Operações do GTE-1 identificou que, em missões realizadas com o pouso intermediário em determinado aeródromo, ocorreu um atraso médio de 30 min, ocasionado pela distância que a aeronave teve que percorrer no táxi (C). Após uma análise, aquele setor verificou que não era possível a redução do tempo para percorrer a referida distância. Assim, cabe a ele alterar o fator de planejamento para as próximas missões, aumentando o tempo de solo naquela localidade (A).

Dessa forma, após a inquietação desta pesquisa ter sido respondida, faz-se mister uma recapitulação dos aspectos mais significativos, mesmo que de forma sucinta, a fim de sedimentá-los.

CONCLUSÃO

A fadiga de voo pode estar presente nas tripulações de todas as aeronaves, inclusive das mais modernas, afetando diretamente o desempenho dos pilotos. Diante da inquietação inicial de identificar o quanto ela poderia estar influenciando nas tripulações da nova aeronave do GTE, a presente pesquisa buscou compreender em que medida as missões de VC-2 tiveram o gerenciamento da fadiga de voo afetado por fatores não previstos no planejamento, no período de setembro de 2009 a julho de 2010.

Por intermédio da pesquisa realizada nas 356 Ordens de Missão de VC-2, pôde-se, observando os parâmetros

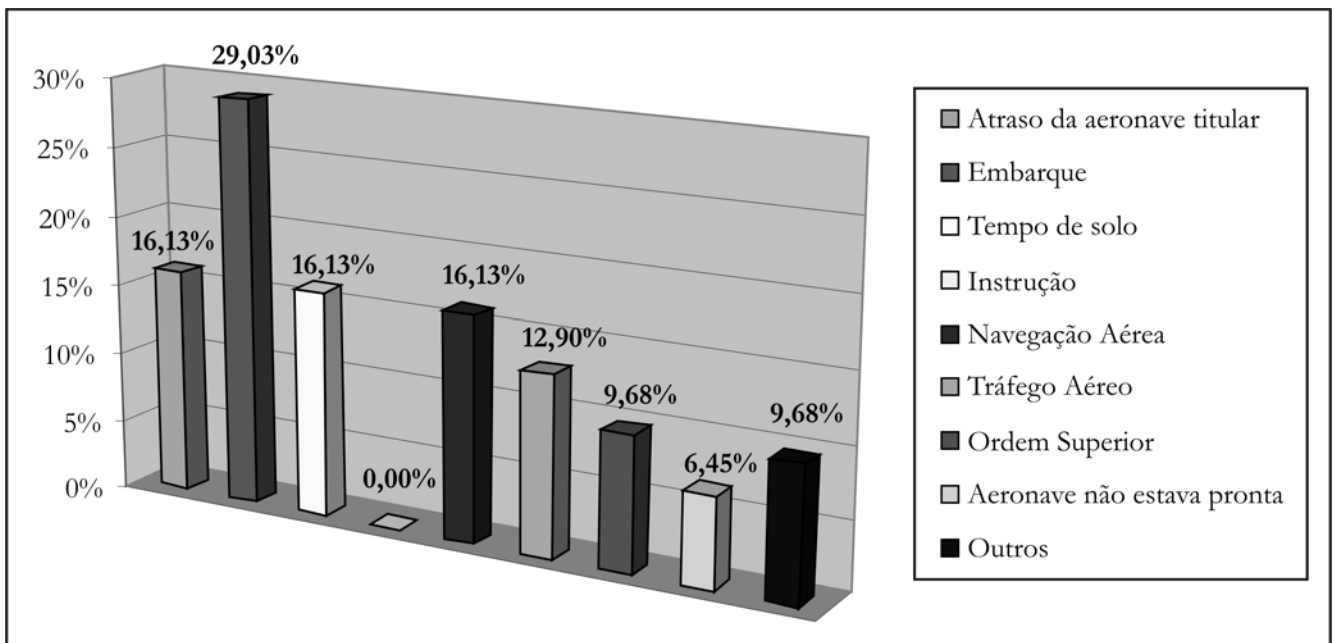


Figura 7: Fatores que ocasionaram as missões de VC-2 afetarem o gerenciamento da fadiga de voo.

e limitações estipuladas na DGAB 001/GC2/2008, identificar que o gerenciamento da fadiga de voo foi afetado por fatores não previstos no planejamento em 31 missões realizadas. Tais missões representam 9% do total, e o fator que mais influenciou para que isso ocorresse foi o atraso no embarque dos passageiros e cargas previstos na missão, presente em 9 delas.

O estudo em pauta identificou detalhadamente o problema da fadiga de voo presente nas tripulações de VC-2, mostrando os números e fatores que contribuíram para sua ocorrência. Além disso, apresentou uma ferramenta gerencial que, se bem utilizada, poderá diminuir substancialmente os atrasos das missões e, por consequência, a fadiga de voo.

A contribuição desta pesquisa tem relação direta com a prevenção de acidentes aeronáuticos em toda a FAB, uma vez que, não só o GTE-1, mas qualquer Unidade

Aérea poderá aplicar os conhecimentos do Ciclo PDCA, de forma simples e prática, no planejamento e execução de sua atividade operacional.

Como forma de ressaltar a importância deste trabalho e enaltecer a preocupação que toda organização deve ter com a segurança de voo, cita-se um trecho da obra “*Fundamentals of Aerospace Medicine*” (DAVIS et al., 2008, p. 498, tradução nossa):

Todas as organizações – não só as companhias aéreas – devem revisar periodicamente avaliações sistemáticas de seus procedimentos operacionais e revisar procedimentos que conduzem ao erro. Finalmente, as organizações devem reconhecer que a eficiência e a produtividade são pressões que, muitas vezes, competem com a segurança. As organizações devem reconhecer esse conflito e assumir a responsabilidade de estabelecer políticas, procedimentos e uma estrutura que realmente dê suporte, atribuindo para a segurança a mais alta prioridade.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **NSCA 3-1**: conceituação de vocábulos, expressões e siglas de uso no SIPAER. Brasília, DF, 2009.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **Resumo dos relatórios finais dos acidentes de 1995 a 1999**. Brasília, DF, 2003.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Gabinete do Comandante da Aeronáutica. **DGAB 001/GC2/2008**: limite de tempo de envolvimento em atividade aérea no Grupo de Transporte Especial – fadiga de voo. Brasília, DF, 2008.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Gabinete do Comandante da Aeronáutica. **RIC 21-39**: regimento interno do Grupo de Transporte Especial. Brasília, DF, 2007.

CAMPOS, V. F. **TQC – Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)**. 8. ed. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004.

DAVIS, J. R. et al. *Fundamentals of Aerospace Medicine*. 4. ed. Philadelphia: Wolters Kluwer, 2008.

DEMING, W. E. *Qualidade: a revolução da administração*. São Paulo: Marques Saraiva, 1990.

HAWKINS, F. H. **Human factors in flight**. 2. ed. Aldershot: Ashgate, 1987.

KANASHIRO, R. G. Fadiga de voo. In: TEMPORAL, W. (Org.). *Medicina Aeroespacial*. Rio de Janeiro: Luzes, 2005. p. 335-342.

MARANHÃO, M.; MACIEIRA, M. E. B. **O processo nosso de cada dia**: modelagem de processos de trabalho. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004.

NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD. **AAR94-04**: Aircraft Accident Report. Washington, 1994.

VELASCO DÍAZ, C. et al. *Medicina Aeronáutica: actuaciones y limitaciones humanas*. Madri: Paraninfo, 1995.

WHITELEY, R.C. **A empresa totalmente voltada para o cliente**. Rio de Janeiro: Elsevier, 1992.

Impacto das Parametrizações de Camada Limite Planetária do MM5 na Previsão de Ventos em Baixos Níveis

Impact of the MM5 Planetary Boundary Layer Parameterizations on Wind Forecast at Low Levels

Impacto de las Parametrizaciones de la Capa Límite Planetaria del MM5 en la Previsión de Vientos en Bajos Niveles

Capitão Especialista em Meteorologia Gerson Luiz Camillo

Graduado em Informática - UFSM
EAOAR (CAP 2/2010) e ICEA/CINDACTA I (Projeto de Modelagem Numérica de Tempo)
BRASÍLIA/DF
gerson.camillo@gmail.com

RESUMO

O modelo de previsão numérica MM5 é composto de equações básicas do movimento atmosférico e de parametrizações. Uma delas é a de camada limite planetária (CLP), onde ocorrem importantes fenômenos meteorológicos que interferem na atividade humana, como o nevoeiro, cuja previsão depende de análise de vários fatores, incluindo o vento. O objetivo desta pesquisa foi de quantificar influências das parametrizações CLP na previsão de ventos em níveis baixos do modelo MM5 para a localidade de Porto Alegre, em condições atmosféricas estáveis. Esta pesquisa classifica-se como descritiva, quanto aos fins e experimental, quanto aos meios, de maneira que foram selecionados cinco dias típicos seguidos com ocorrência de nevoeiro. O período foi caracterizado pela presença de uma camada estável em níveis baixos. Os seguintes esquemas de parametrização foram avaliados: Blackadar, Burk-Thompson, MY2.5, Hong-Pan e Gayno-Seaman. O modelo foi executado com um esquema diferente para todos os dias. As previsões foram correlacionadas com as observações obtidas da radiossondagem de SBPA das 12 UTC. A parametrização Blackadar e Hong-Pan foram as que influenciaram o MM5 de forma a produzir os resultados de magnitude de vento mais próximos aos dados observacionais. Quanto à direção do vento, a maior parte dos esquemas obteve bons resultados, exceto Burk-Thompson, que divergiu a partir de 300 m. Concluindo, tanto a parametrização Hong-Pan quanto a Blackadar podem ser usadas no modelo de previsão MM5, principalmente quando a atmosfera encontrar-se estável em níveis baixos.

Palavras-chave: MM5. Parametrização. Camada limite planetária. Vento.

Recebido / Received / Recibido
28/02/11

Aceito / Accepted / Acepto
04/04/11

ABSTRACT

The numerical forecast model MM5 is composed of basic equations of atmospheric motion and parameterizations. One of these is the planetary boundary layer (PBL), where there are major phenomena that interfere with human activity, such as fog, whose prediction depends on analysis of several factors, including wind. This research aimed to quantify the influence of PBL parameterizations on wind forecast at low levels of MM5 model applied to Porto Alegre, facing stable atmospheric conditions. Concerning to its purposes, this research is classified as descriptive. Concerning to its object, this research is classified as experimental so as five typical consecutive foggy days were selected. The period was characterized by the presence of a stable layer at low levels. The following parameterization schemes were evaluated: Blackadar, Burk-Thompson, MY2.5, Hong-Pan, and Gayno-Seaman. The model was run with a different scheme for each day. The predictions were correlated with those observations obtained from SBPA radiosonde of 12 UTC. The Hong-Pan and Blackadar parameterization were the ones that influenced the MM5 to produce the results of wind magnitude closer to observational data. As to wind direction, most of the schemes obtained good results, except for Burk-Thompson, which diverged from 300 m on. In conclusion, both the Hong-Pan and the Blackadar parameterizations can be used in the prediction model MM5, especially when the atmosphere is stable at low levels.

Keywords: MM5. Parameterization. Planetary boundary layer. Wind.

RESUMEN

El modelo de previsión numérica MM5 é composto por ecuaciones básicas del movimiento atmosférico y por parametrizaciones. Una de ellas es la de la capa límite planetária (CLP), dónde ocurren importantes fenómenos meteorológicos que interfieren en la actividad humana, como la niebla densa, cuya previsión depende del análisis de varios factores, incluyendo el viento. El objetivo de esta investigación fue cuantificar influencias de las parametrizaciones CLP en la previsión de vientos en bajos niveles del modelo MM5 para la localidad de Porto Alegre, en condiciones atmosféricas estables. Esta investigación se clasifica como descriptiva, cuanto a los fines, y experimental, cuanto a los medios, de manera que fueron seleccionados cinco días típicos seguidos com ocurrencia de niebla densa. El período fue caracterizado por la presencia de una capa estable en bajos niveles. Los siguientes esquemas de parametrización fueron evaluados: Blackadar, Burk-Thompson, MY2.5, Hong-Pan e Gayno-Seaman. El modelo fue ejecutado com un esquema distinto para cada día. Las previsiones fueron correlacionadas con las observaciones obtenidas de la radiossondagem de SBPA de las 12 UTC. La parametrización Blackadar y Hong-Pan fueron las que influyeron el MM5 de forma a producir los resultados de magnitud de viento más cerca a los datos observacionales. Quanto a la dirección del viento, la mayor parte de los esquemas obtuve buenos resultados, excepto Burk-Thompson, que divergió a partir de 300 m. Concluyendo, tanto la parametrización Hong-Pan quanto la Blackadar pueden ser usadas en el modelo de previsión MM5, principalmente cuando la atmosfera encontrarse estable en bajos niveles.

Palabras-clave: MM5. Parametrización. Capa límite planetaria. Viento.

INTRODUÇÃO

A Meteorologia Aeronáutica, campo aplicado da Ciência Meteorológica, tem evoluído nos últimos anos, em consonância com o aumento do tráfego aéreo no Brasil e no mundo. Nesse contexto, as previsões meteorológicas têm-se tornado sobremaneira relevantes no planejamento dos voos, com vistas à redução de custos e à segurança das operações aéreas.

Já no campo militar, o Ministério da Defesa criou a Comissão de Meteorologia Militar (COMETMIL), em 2002, que tem como finalidade a coordenação das atividades de Meteorologia de interesse militar em todo o território nacional.

Visando estabelecer um novo patamar de prestação de serviços em Meteorologia Aeronáutica, a Força Aérea Brasileira (FAB) está estabelecendo um ambiente de pesquisa por meio das atividades do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA). Das várias áreas de pesquisa em Meteorologia que o DECEA estabeleceu, uma é a de modelagem numérica de tempo para a qual foi criado um Grupo de Trabalho. Os estudos e a respectiva implantação de um modelo de previsão numérica de tempo no Centro Nacional de Meteorologia Aeronáutica (CNMA) e no Instituto de Controle do Espaço Aéreo (ICEA) têm proporcionado aumento substancial nos conhecimentos nessa área.

Nesse ínterim, surgiram dúvidas envolvendo as parametrizações¹ de camada limite planetária (CLP) do modelo MM5 (*Fifth-generation Mesoscale Model* - Modelo de Mesoscala de Quinta-Geração) e a previsão de vento em níveis baixos. As parametrizações de CLP² são formulações mais simples dos complexos processos físicos que ocorrem nas camadas mais próximas à superfície terrestre. O principal processo é a turbulência, que é a responsável pela distribuição dos fluxos de superfície (calor, umidade e momento) dentro da camada limite planetária. Os modelos numéricos de previsão, neste caso representado pelo MM5, constituem-se em códigos que solucionam equações de movimento do ar atmosférico além das variáveis de temperatura, umidade e pressão. Mas o estágio atual de desenvolvimento desses programas limita os meios disponíveis para modelar os processos que ocorrem na camada limite planetária.

Portanto, surgiu este questionamento: em que medida as diferentes parametrizações disponíveis no modelo MM5 influem na previsão de direção e velocidade do vento em baixos níveis quando há uma camada estável da atmosfera?

O relacionamento entre as parametrizações de camada limite planetária e as previsões de vento foram pouco exploradas por trabalhos anteriores. Os maiores objetivos desses estudos eram o de entender os processos turbulentos e sua dinâmica temporal. Por exemplo, Braun e Tao (2000) e Bright e Muller (2002) investigaram a influência da parametrização de CLP do MM5 na previsão de vento, mas focado no vento de superfície e em condições sinóticas diversas, como em um furacão, no primeiro estudo. Zhang e Zheng (2004) fizeram uma avaliação quanto ao vento em superfície, mas também para um perfil vertical de vento em toda a atmosfera. Steeneveld *et al.* (2006) e Durante e Paus (2006) constataram a importância da influência das parametrizações de CLP em camadas estáveis, realizando estudos propositivos relacionando os esquemas à previsão de vento.

Em relação aos trabalhos anteriores, esta pesquisa abordará as parametrizações, quanto à previsão de vento, para um perfil vertical em baixos níveis. Além disso, perto da superfície deverá reinar estabilidade e, para tanto, os dias deverão ser escolhidos de forma a não sofrerem com eventos atmosféricos transientes, como frentes, linhas de tempestade, etc. Os mais propícios seriam aqueles nos quais houvesse formação de nevoeiro ou névoa úmida, indícios fortes de uma atmosfera estável em níveis próximos à superfície.

A importância desta pesquisa reside no fato de que para a previsão de nevoeiros não há meios diretos disponíveis, mas um conjunto de dados que o meteorologista precisa interpretar para poder estimar a formação ou não desses fenômenos. Um desses parâmetros é o vento em níveis baixos, que pode indicar e discriminar as condições para formação de nevoeiro ou névoa úmida.

A presença desses fenômenos atinge diretamente o tráfego aéreo, podendo também trazer problemas a outras atividades humanas, como transporte terrestre e fluvial. Apesar do atual estágio de conhecimento, a previsão desse fenômeno permanece limitada devido à considerável variabilidade no tempo e espaço e também às diversas interações entre os vários processos físicos (GULTEPE, 2007).

A linha de pesquisa na qual o presente trabalho está enquadrado é o de Emprego da Força Aérea, uma vez que a Meteorologia Aeronáutica desempenha um papel fundamental na segurança e planejamento das missões militares.

Como objetivo geral fica estabelecido o seguinte: quantificar as influências dos diversos esquemas de parametrização de camada limite planetária na previsão de direção e velocidade dos ventos pelo modelo numérico MM5, num perfil vertical até mil e quatrocentos metros, sobre a área da cidade de Porto Alegre, numa atmosfera estável nos primeiros níveis.

Para responder ao objetivo geral, foram estabelecidos objetivos específicos, ou seja, metas que deverão ser realizadas no sentido de chegar à conclusão desta investigação:

- a) descrever a estrutura geral, o funcionamento e as características básicas do modelo de previsão numérica MM5;
- b) analisar os tipos de parametrizações de camada limite planetária disponíveis no MM5;
- c) executar o modelo MM5 para realizar previsões de 24 horas, iniciando em determinados dias típicos, escolhidos de forma a analisar o comportamento das parametrizações em presença de atmosfera estável nos níveis baixos; e
- d) analisar a sensibilidade do modelo MM5 às parametrizações de CLP disponíveis, quanto à previsão de vento em baixos níveis.

A parametrização que já vem selecionada por padrão no código do MM5 é a Hong-Pan (HONG; PAN, 1996 *apud* THOMSEN; SMITH, 2006), também especificada como *Medium Range Forecast* (MRF). Os fatores que podem explicar a inclusão do Hong-Pan

¹ De forma ilustrativa, parametrizações seriam "janelas" ideais através das quais se obtém um entendimento dos diversos processos físicos meteorológicos de alta complexidade através da redução para formas mais fundamentais (e simples).

² Camada mais baixa da troposfera terrestre, que se estende da superfície até alturas entre 100 e 3.000 metros.

como esquema de parametrização padrão do MM5 são: estar sendo empregado em larga escala nos modelos numéricos da atmosfera, por ser bastante econômico computacionalmente e também por produzir resultados razoáveis em condições atmosféricas típicas (BRIGHT; MULLEN, 2002; LEE; FERNANDO, 2003). Em consideração aos fatores expostos e também como possui suporte a quatro regimes de estabilidade, a hipótese do presente trabalho é a seguinte: a parametrização Hong-Pan é a que impacta o modelo MM5 no sentido de gerar previsões mais corretas de direção e magnitude de vento nos níveis próximos à superfície terrestre.

Este trabalho está organizado da seguinte forma: a seção um define camada limite planetária e parametrizações de CLP, além de trazer uma apresentação de trabalhos anteriores que exploraram o relacionamento entre parametrizações de CLP do MM5 e previsão de vento. Já a seção dois apresenta a metodologia usada para a obtenção dos dados, iniciando-se pela definição de todos os parâmetros necessários à operacionalização do modelo numérico e, principalmente, pela escolha de determinados dias para os quais será executado o MM5. Os resultados e a discussão estão na seção três, seguida da conclusão do presente trabalho.

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A presente pesquisa limita o estudo a uma pequena porção vertical da atmosfera terrestre conhecida como **camada limite planetária**. A troposfera estende-se da superfície até uma altitude média de 11 km mas, frequentemente, somente os primeiros quilômetros mais baixos são diretamente modificados pela superfície. Portanto, a camada limite planetária é parte da troposfera que é diretamente influenciada pela presença da superfície terrestre e que responde aos forçantes de superfície com escalas de tempo de aproximadamente uma hora ou menos. Dentro da camada limite planetária pode ser distinguida a **camada limite superficial**, mais próxima à superfície terrestre, mas que representa menos de 10% da camada limite. O ar acima da camada limite planetária é conhecido como atmosfera livre.

Os modelos de previsão numérica resolvem as equações que governam o movimento e os processos físicos básicos da atmosfera. Entretanto, os computadores atuais e os requisitos operacionais limitam a resolução horizontal e vertical dos modelos de previsão numérica, tornando-os inadequados para resolver os movimentos de pequena escala ou cuja física

desses processos sejam muito complexas (ARYA, 1977). Então, para os processos de escala menores que as resoluções das grades, são usados dados experimentais e concepções fundamentais mais simples, cujo processo é denominado de **parametrização**. As parametrizações não necessariamente simulam todos os processos físicos, pois é desejável que sejam computacionalmente simples. Portanto, representam os fluxos verticais de subgrade³ devido à turbulência, calculando tendências de calor, umidade e momento numa coluna atmosférica.

Uma das variáveis resolvidas pelas diversas parametrizações é conhecida como Energia Cinética Turbulenta (ECT) que é uma das mais importantes, pois mede a intensidade da turbulência. Ela encontra-se diretamente relacionada com o transporte de momento, calor e umidade através da camada limite planetária.

O prognóstico dos fluxos turbulentos contém mais incógnitas que equações disponíveis para resolvê-las. Quando novas equações são escritas para a variável independente, elas acabam por criar mais incógnitas, o que acaba por forçar o uso de parâmetros para alguns desses termos. Portanto, a inabilidade de fechar as equações dos fluxos turbulentos, para os quais alguns termos de alta ordem precisam ser parametrizados, é conhecido como problema de fechamento. A ordem de fechamento é a maior ordem da equação prognóstica cujos termos não são parametrizados.

A parametrização da camada limite planetária envolve a modelagem de dois tipos de fluxos: os de superfície (ou de camada limite superficial) e os verticais turbulentos, que realizam a difusão vertical da turbulência, os quais permeiam o restante da camada limite.

As **parametrizações dos fluxos superficiais** são modeladas usando a teoria da similaridade que envolve o comportamento padrão exibido pela observação empírica de diversos fenômenos da camada limite. A teoria mais amplamente usada pelas parametrizações presentes neste estudo é a de Monin-Obukhov, que representa a teoria da similaridade universal para a camada limite superficial da atmosfera. Esse método é uma técnica de fechamento de ordem-zero que implica em equações que são totalmente parametrizadas, não possuindo termos prognósticos.

A **parametrização dos fluxos verticais turbulentos**, que ocorrem acima da camada limite superficial, são parametrizados usando esquemas de fechamento local, não-local ou alguma equação que resolve a equação de energia cinética turbulenta, em uma ordem mais alta. Fechamento local relaciona incógnitas a variáveis conhecidas, perto da vertical dos

³ Do inglês sub-grid: nos modelos de previsão numérica de tempo, representam os processos cujas dimensões são menores do que as resoluções espaciais.

pontos de grade, de tal forma que esse esquema de turbulência mistura material entre camadas adjacentes. Já o fechamento não-local usa todos os pontos da vertical dentro da camada limite para determinar os termos que envolvam incógnitas, de forma que a turbulência mistura material entre todas as camadas simultaneamente.

Quanto à ordem de fechamento dos esquemas de difusão vertical, os locais chegaram a equações de até terceira ordem, enquanto os não-locais estão limitados somente aos de primeira ordem. Uma primeira consequência relacionada à ordem de fechamento é a velocidade de processamento, pois quanto maior a ordem, mais equações a resolver e maior é o tempo de execução do modelo. Portanto, os esquemas não-locais são originalmente mais rápidos que os locais. Além disso, os esquemas não-locais são mais adequados à parametrização dos efeitos dos grandes turbilhões em uma camada limite convectiva e instável.

As pesquisas mais relevantes, que relacionam parametrizações de camada limite planetária e previsão de ventos em baixos níveis, estão se tornando mais comuns em vista do interesse aumentado por implantação de sistemas eólicos.

Braun e Tao (2000) pesquisaram como as parametrizações de CLP do MM5 influenciaram a iniciação e desenvolvimento de um furacão sobre o oceano Atlântico, encontrando resultados em relação ao vento em superfície e também valores de vento em níveis mais altos. Para níveis aproximados de 1,2 km e 2,8 km, todas as parametrizações, Hong-Pan, Blackadar (BLK) e Burk-Thompson (B-T), simularam ventos muito mais intensos do que os observados.

Bright e Mullen (2002) verificaram o comportamento das diversas parametrizações de camada limite durante o período de monções no sudoeste dos EUA. Foram simulações durante 21 dias, nos quais estudaram o MM5 quanto à previsão de vento em todo o perfil vertical. Todas as parametrizações superestimaram os valores das componentes de sul do vento.

Zhang e Zheng (2004) avaliaram o ciclo diurno de vento e temperatura em superfície, realizando simulações para três dias (72 horas), durante três dias de julho, ou seja, num verão, caracterizado por fracos gradientes. Todas as parametrizações subestimaram a velocidade do vento em superfície durante o dia e a maior parte delas superestimaram para a noite. Já os perfis verticais de magnitude de vento das cinco parametrizações mostrou-se bastante similar, principalmente para o horário das 12 UTC.

Chen et al. (2005) usaram o modelo MM5 para estudar o comportamento das parametrizações em

áreas costeiras durante um período mais longo (quase dois meses) em relação aos dados de vento e fluxos de superfície. Constataram que o MM5 prevê o vento melhor em condições de tempo mais estáveis enquanto que, durante passagens frontais, produz erros grandes na direção do vento.

Já a pesquisa de Durante e de Paus (2006) procurou avaliar especificamente a parametrização de CLP do MM5 na previsão de vento dentro da camada limite planetária, pois o maior interesse era no estudo da energia eólica. Foram simulações para duas localidades distintas e as alturas foram estabelecidas em 130 metros e 200 metros. Os resultados diferiram para as duas localidades, quanto ao perfil vertical: em uma houve uma superestimativa da maior parte dos esquemas quanto à magnitude do vento, enquanto que, em outra, houve subestimativa. Para a localidade de Cabauw, a simulação dos esquemas B-T, Mellor-Yamada fechamento 2.5 (MY2.5) e Hong-Pan foram próximos, enquanto que em Wilhelmshaven, os esquemas MY2.5 e BLK obtiveram os melhores resultados, quando comparados com o B-T, Gayno-Seaman (G-S) e Hong-Pan. Já o Hong-Pan foi o esquema que apresentou os piores resultados. O estudo chegou a mais duas conclusões: a parametrização de CLP demonstra grande influência na simulação do perfil de vento e a mudança da resolução horizontal, de um para três quilômetros, não interferiu significativamente nos resultados.

Diferente dos estudos anteriores, Steeneveld et al. (2006) procuraram avaliar os modelos MM5, COAMPS e HIRLAM, quanto à parametrização de camada limite para regimes estáveis da atmosfera. Os estudos se estenderam por um perfil vertical da superfície até 1.500 metros. Quanto à direção do vento, todos os esquemas obtiveram resultados satisfatórios. Como havia a presença de um jato de baixo nível (JBN) bastante intenso, com velocidades de até 22 m/s em altura próxima a 500 metros, os resultados dos esquemas Hong-Pan, MY2.5, BLK e B-T subestimaram os valores por um fator de dois, apesar de predizerem corretamente a altitude do fenômeno e convergirem para valores bastante próximos uns dos outros. Os autores concluem recomendando o esquema B-T para o MM5 quando simulando camadas limites estratificadas.

O trabalho de Steeneveld et al. (2006) foi o que mais se aproximou do problema proposto por esta pesquisa. Mas o que diferencia este trabalho do anterior é a avaliação de esquemas de parametrização em camadas estratificadas e na qual não haja a presença de jatos de baixos níveis significativos. Os dias com essas características serão definidos na seção seguinte, onde serão abordados a amostra e os limites aplicados.

2 METODOLOGIA

A presente pesquisa é, quanto aos fins, descritiva e, quanto aos meios de investigação, experimental, conforme classificação em Vergara (2009).

O trabalho fará uso do modelo de mesoscala MM5, que é resultado de uma cooperação entre a Universidade do Estado da Pensylvania, nos EUA, e a Corporação Universitária para Pesquisas Atmosféricas (*University Corporation for Atmospheric Research – UCAR*). Desenvolvido e aperfeiçoado de forma colaborativa com instituições e universidades em todo o mundo, tem seu código distribuído na forma de domínio público, no seguinte endereço eletrônico: <<http://www.mmm.ucar.edu/mm5>>.

O modelo MM5 representa os dados (variáveis meteorológicas) de forma discreta, ou seja, em pontos de grade. Quanto ao modo de solução dos movimentos verticais da atmosfera, o MM5 classifica-se como não-

hidrostático, pois resolve a equação do movimento vertical, característica que torna esse modelo adequado a previsões de escala meteorológica abrangidas por formações de brisas, trovoadas, linhas de tempestade, complexos convectivos, dentre outras.

Para obtenção de previsões numéricas a partir de qualquer modelo numérico, deve-se proceder à especificação do domínio, número de níveis verticais e as diversas parametrizações com os quais se pretende trabalhar. Esses delineamentos devem ser incorporados antes de iniciar o processo de execução.

Para o presente caso foi definida somente uma grade com 110 por 110 pontos na horizontal, projeção *Lambert Conformal* e resolução espacial de 15 km. A latitude e longitude centrais da grade são: 29 graus Sul e 55 graus Oeste. O Gráfico 1 a seguir representa o domínio físico abrangido pela simulação, cujos valores limites de latitude são 21,488 e 36,36 Sul e de longitude, 45,7552 e 64,21 Oeste.

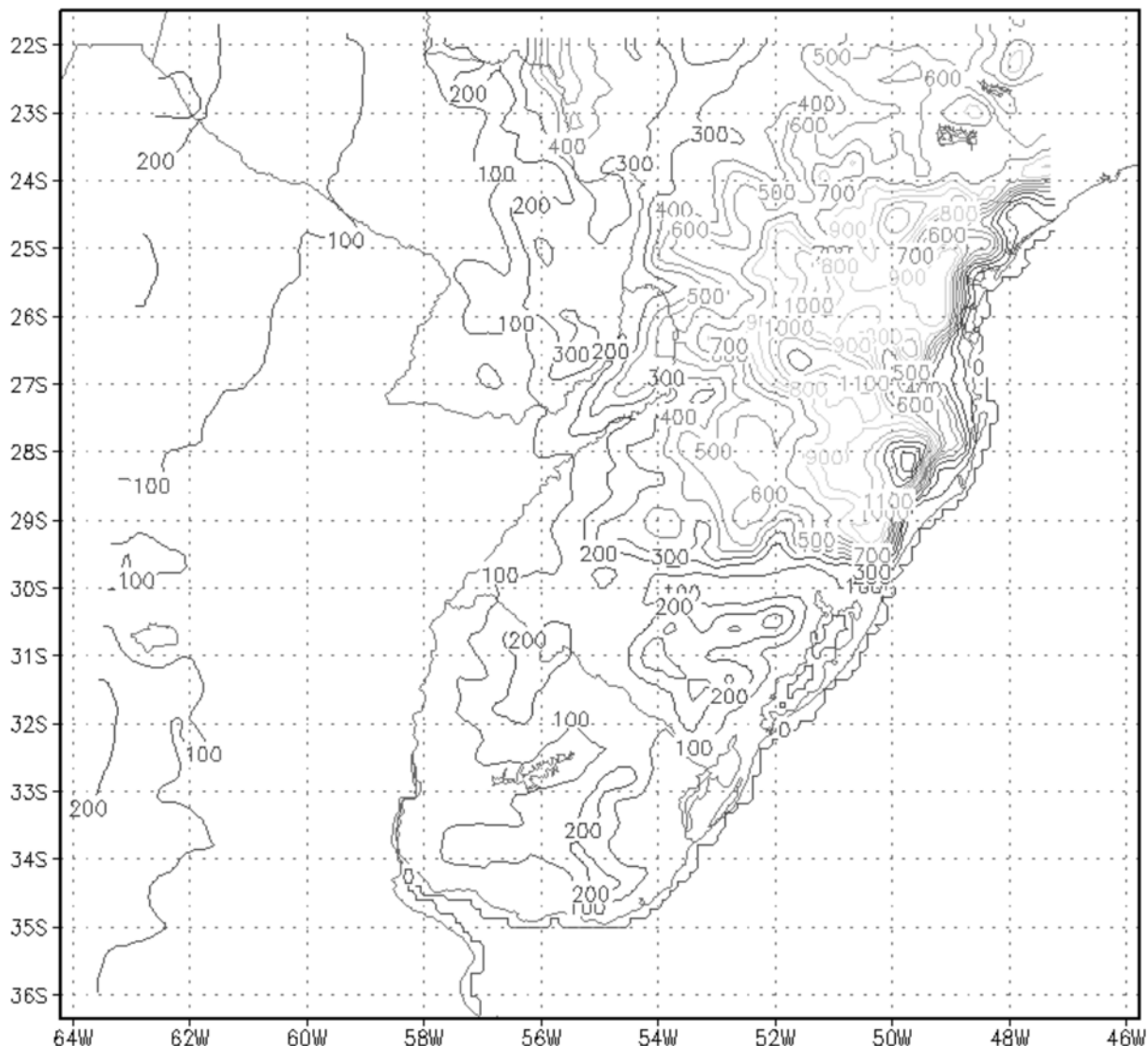


Gráfico 1: Representação da área e do terreno abrangidos pela configuração do modelo MM5 para o presente trabalho.

O número de níveis nos quais o modelo MM5 divide a atmosfera na vertical – conhecidos como níveis ou coordenadas sigma – foi estabelecido em 31, podendo variar entre 28 a 42, na maioria dos casos. Quanto mais níveis, melhor será a resolução vertical do modelo, mas também acarretará aumento do tempo de processamento da rodada. Esse número de níveis é o que vem sendo usado nas execuções do MM5 no contexto da previsão numérica no ICEA e CNMA. Nos primeiros mil metros, há 13 níveis; nos dois mil metros, 15 níveis, e nos três mil metros acima da superfície, 17 níveis. A alta resolução nos níveis mais baixos permite uma melhor simulação dos processos dentro da camada limite.

O MM5, sendo um modelo regional que realiza simulações e previsões para uma área geográfica limitada, necessita de dados globais para suprir de informações meteorológicas as condições iniciais e as fronteiras, durante todo o período de previsão. A inicialização ocorreu com dados do modelo global *Global Forecast System* (GFS), que estão disponíveis no endereço de Internet <ftp://ftp.rpd.ncep.noaa.gov/pub/data/nccf/com/gfs/prod> do Centro Nacional para Previsão Ambiental (*National Centers for Environmental Prediction* – NCEP), órgão do governo dos EUA. A resolução horizontal desses dados é de 0,5 grau de latitude/longitude, em média 55 km, que serão interpolados para a resolução do modelo, que é de 15 km. O passo no tempo foi definido em 22 segundos.

Os dados de terreno (topografia) e os de uso do solo foram obtidos do conjunto de dados do órgão norte-americano *U.S. Geological Survey* (USGS), disponíveis no mesmo endereço eletrônico do modelo MM5. As resoluções horizontais dessas informações são de cinco minutos, o que equivale, aproximadamente, a 9 km.

Para as opções de física, foram usados o esquema de parametrização de nuvens *cumulus* de Grell et al. (1994 apud UCAR, 2010) e a parametrização de microfísica de

nuvens *Simple Ice* de Dudhia (UCAR, 2010). Os restantes das opções de física foram iguais para todos os casos, exceto as seguintes: IMVDIF e ISOIL. A primeira, IMVDIF, indica os tipos de difusão vertical úmida, enquanto que a opção ISOIL delimita as formas como são previstas as temperaturas abaixo da superfície.

Neste trabalho foram testadas cinco parametrizações presentes no modelo MM5, excetuando-se a Bulk, por ser simples, e a Pleim-Chang, que demanda um esquema de temperatura de solo diferente dos outros. São elas: Blackadar (BLK), Burk-Thompson (B-T), Mellor-Yamada fechamento 2.5 (MY2.5), Hong-Pan e Gayno-Seaman (G-S). As características gerais das parametrizações estudadas neste trabalho estão apresentadas na seguinte tabela.

Conforme consta à Tabela 1, três tipos de parametrizações de camada limite são derivados do esquema Mellor-Yamada, que é de ordem 2.5 de fechamento: B-T, MY2.5 e G-S. As três calculam a ECT, que permite a previsão dos coeficientes de difusão turbulenta. A parametrização MY2.5 e a G-S são de fechamento local de ordem 1.5, enquanto a B-T é de fechamento local de segunda ordem. Já as parametrizações BLK e Hong-Pan são esquemas de fechamento local de primeira ordem, mas se baseiam em concepções diferentes: a BLK que se originou do esquema proposto por Blackadar e a Hong-Pan nos conceitos de Troen-Mahrt.

As parametrizações BLK, Hong-Pan e G-S possuem a opção de IMVDIF enquanto que as B-T e MY2.5 não a possuem. O parâmetro ISOIL especifica como as parametrizações de CLP interagem com os esquemas de parametrização da temperatura do solo. Todas as parametrizações, exceto a B-T, que usou o esquema de solo Blackadar, tiveram definidos o modelo de cinco camadas (*five-layer soil model*).

A região abrangida pela cidade de Porto Alegre foi escolhida, considerando os seguintes motivos:

Tabela 1: Propriedades dos esquemas de parametrização de CLP incluídos no sistema de previsão numérica MM5.

Nome	Abrev.	Esquemas originários	Ordem de fechamento	Teoria para a difusão vertical turbulenta	Difusão vertical	Similaridade da camada superficial	Regimes de estabilidade
Blackadar	BLK	Blackadar	primeira ordem	K-theory	não-local	Monin-Obhukov	4
Burk-Thomphon	B-T	Mellor-Yamada	segunda ordem	ECT	local	Louis	2
Mellor-Yamada Eta	MY2.5	Mellor-Yamada	1.5 ordem	ECT	local	Monin-Obhukov	2
Hong-Pan	Hong-Pan	Troen-Mahrt	primeira ordem	K-theory	não-local	Monin-Obhukov	4
Gayno-Seaman	G-S	Mellor-Yamada	1.5 ordem	ECT	local	Monin-Obhukov	4

Fonte: adaptado pelo autor de Durante e de Paus (2006).

a) no Aeroporto Internacional Salgado Filho encontra-se uma estação de radiossondagem, que permite realizar sondagens verticais da atmosfera, fornecendo dados de temperatura, umidade e vento em diversos níveis; e

b) por estar sujeito à formação de diversos tipos de nevoeiro, causando grande impacto nas atividades de navegação aérea.

O nevoeiro de radiação é um fenômeno meteorológico que se forma primordialmente em uma atmosfera estável, em ar estagnado e associado a um anticiclone. Um dos efeitos de um anticiclone é a inibição de movimentos verticais da atmosfera e, em consequência, a manutenção de umidade em níveis baixos. Para o aeródromo de Porto Alegre, os meses mais propícios à formação de nevoeiro e nebulosidade estratiforme com base abaixo de 200 pés são, em ordem decrescente: maio, junho, julho, agosto e setembro, conforme tabelas climatológicas das restrições operacionais obtidas no endereço eletrônico <<http://www.redemet.aer.mil.br>>. Portanto, a escolha dos dias para proceder ao estudo levou em consideração esses aspectos.

Os dias foram definidos após verificar a situação sinótica no endereço eletrônico do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) e as condições de tempo em superfície por meio de Mensagens de Informe Meteorológico Aeronáutico Regular (*Meteorological Aerodrome Report* – METAR). Analisando os dias em que não houve condições meteorológicas transientes por meio dos Boletins Técnicos do CPTEC e verificando aqueles em que houve formação de nevoeiros e névoa úmida por meio das mensagens METAR, chegou-se a alguns dias, sendo que houve um período de cinco dias consecutivos dentre esses meses, no ano de 2010, que satisfizeram essas condições. São eles: 30 de junho, 1º, 2, 3 e 4 de julho.

Para cada um desses dias, o modelo MM5 foi executado cinco vezes, com determinada parametrização de CLP, que foram: BLK, B-T, MY2.5, Hong-Pan e G-S. Todas foram iniciadas às 12 UTC e geraram previsões com validade de 24 horas. Os dados de verificação consistiram de radiossondagens da estação de altitude de Porto Alegre, cujos lançamentos são executados às 12 UTC e 00 UTC.

Os resultados das previsões numéricas do MM5 foram interpolados à coordenada de 30º sul e 51º18 min Oeste, para obtenção do perfil vertical do vento no ponto sobre a localização da estação de radiossondagem de SBPA.

As previsões de direção e velocidade do vento foram obtidas diretamente dos resultados do MM5 em níveis *sigma*. As seguintes alturas em metros, em relação à

superfície, foram selecionadas: 54,37 m, 90,79 m, 164,03 m, 200,86 m, 293,53 m, 462,6 m, 596,15 m, 751,07 m, 988,18 m e 1.355,15 m, num total de 10 níveis. Para cada dia, os dados de radiossondagem em alturas próximas às anteriormente relacionadas foram separadas, de tal forma a minimizar a diferença entre as alturas do MM5 e às observacionais. Esse procedimento deve-se ao fato de, para cada radiossondagem, as alturas em que os valores dos dados medidos pela sonda em ascensão serem levemente diferentes. A comparação de resultados ocorreu, portanto, entre as previsões de validade de 24 horas (12 UTC do dia seguinte) e as observações de ar superior às 12 UTC desse mesmo dia.

Os resultados que estão expostos na próxima seção serão comparados com achados de trabalhos anteriores e discutidos em vistas das principais características de cada esquema de parametrização.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O modelo MM5 foi executado vinte e cinco vezes, sendo cinco rodadas para cada uma das parametrizações (BLK, B-T, MY2.5, Hong-Pan e G-S), durante os cinco dias. O Gráfico 2 ilustra a média, na vertical, de todos os valores de magnitude de vento obtidos nos cinco dias de previsão considerando cada parametrização e também os dados observados pela radiossondagem.

Para permitir uma melhor análise gráfica dos resultados, as previsões de vento com validade de 24 horas (às 12 UTC do dia seguinte ao início da previsão) foram comparadas com os dados observados. O cálculo realizado foi uma diferença entre valores previstos e os observados. Esse procedimento foi executado para os resultados de cada parametrização e, ao final, foi produzida uma média representativa dos cinco dias. A magnitude e a direção do vento foram consideradas separadas e geraram dois gráficos, que serão analisados a seguir.

O Gráfico 3 apresenta um perfil vertical da média das diferenças de magnitude. O eixo das abscissas expressa o valor médio das diferenças em metros por segundo (m/s) para cada parametrização, durante os cinco dias. Quando a velocidade do vento prognosticado pelo MM5 for maior que o vento observado pela radiossondagem, as diferenças serão positivas e, quando ocorrer o inverso, as diferenças serão negativas.

O comportamento de todas as parametrizações, quanto ao prognóstico da velocidade, é perceptivelmente igual, com dois máximos, um abaixo de 600 metros, no qual as velocidades prognosticadas pelo MM5 foram maiores que os valores das radiossondagens (superestimativa) e outro acima, no qual as previsões

Perfil vertical médio dos valores de velocidade do vento

Referência: média dos dias 01jul, 02jul, 03jul, 04jul e 05jul.

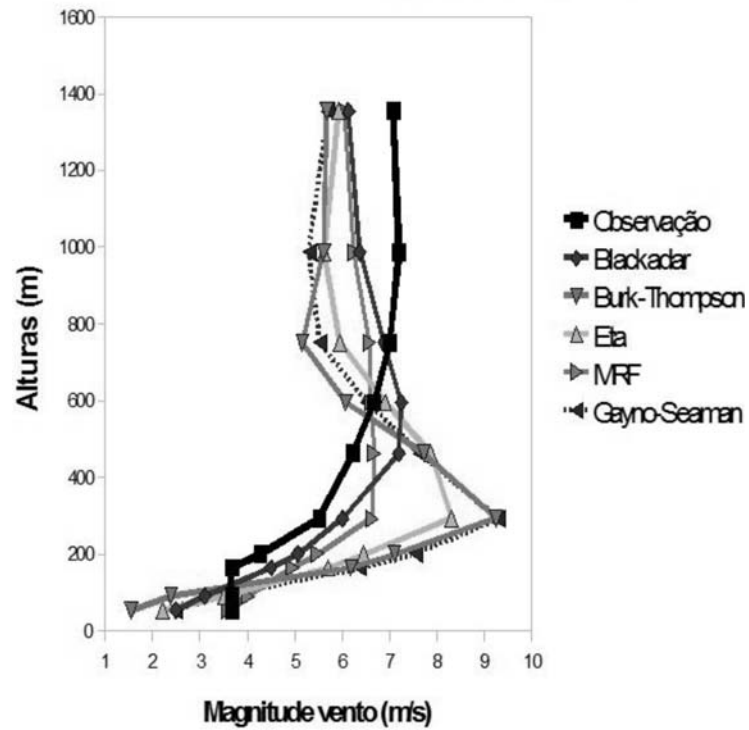


Gráfico 2: Perfil vertical das magnitudes médias dos valores previstos de cada parametrização e dos dados observacionais (radiossondagem) referentes aos cinco dias da simulação (01/07, 02/07, 03/07, 04/07 e 05/07)

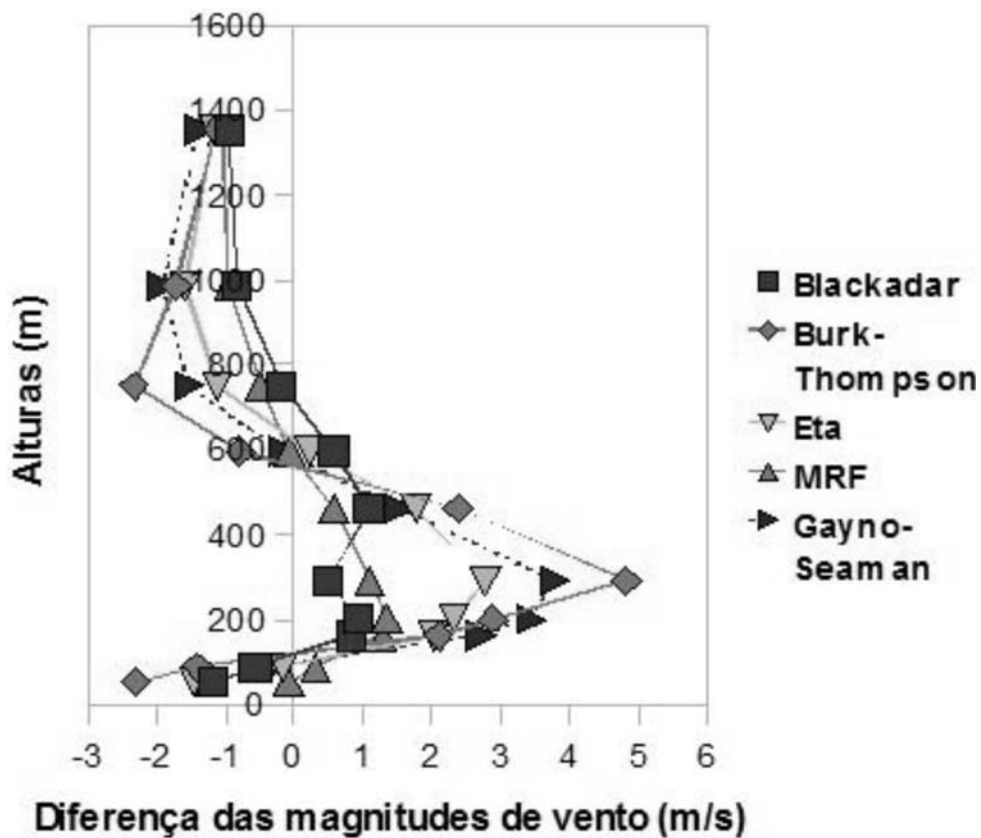


Gráfico 3: Média das diferenças de magnitude de vento entre os valores previstos e os observados para todos os dias da simulação

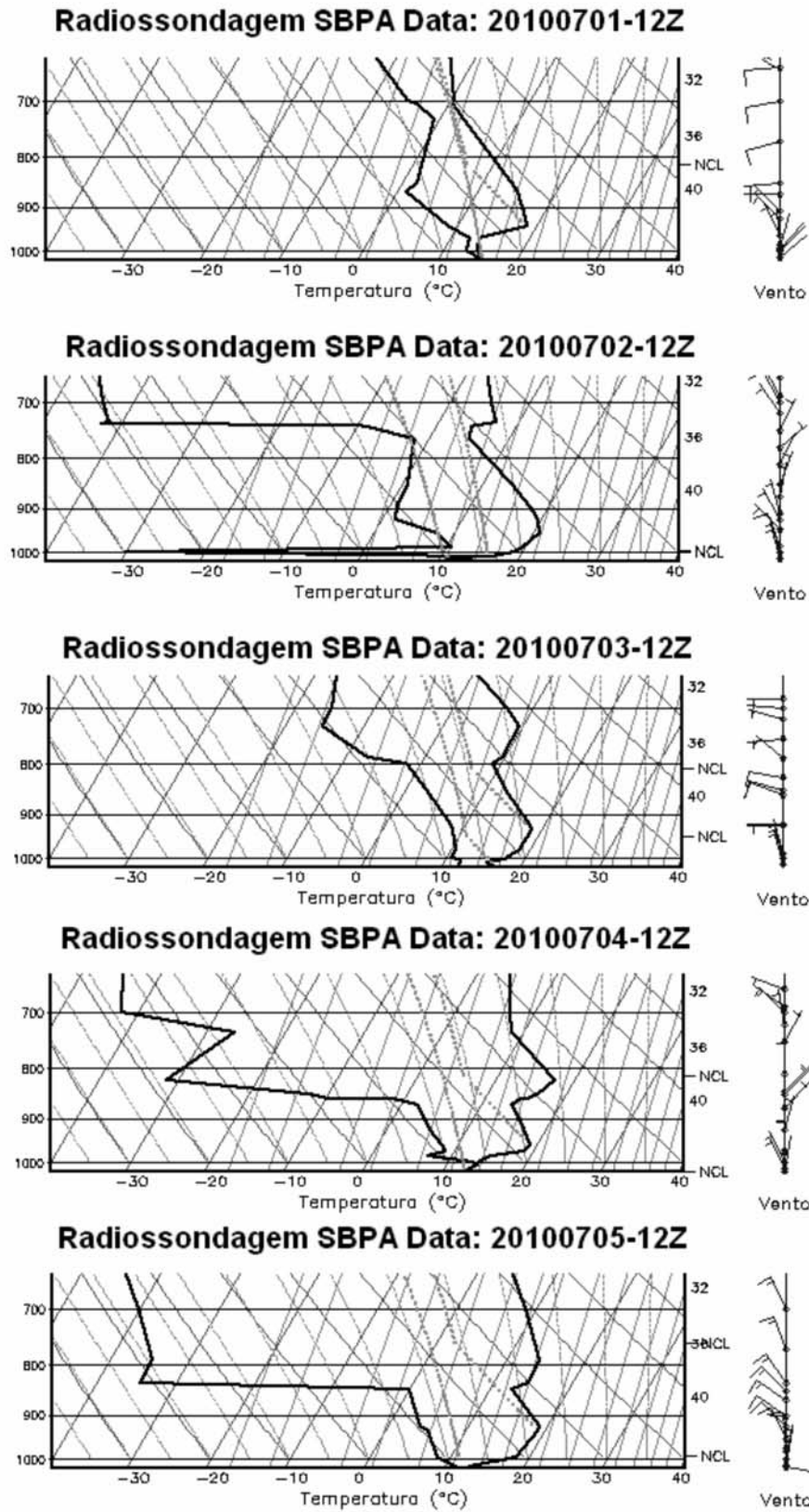


Gráfico 4: Perfis verticais (sondagens) de temperatura do ar, temperatura de ponto de orvalho e direção e velocidade de vento, de SBPA, das 12 UTC dos dias 1º, 2, 3, 4 e 5 de julho de 2010.
 Fonte: dados obtidos do MASTER-IAG-USP, no endereço eletrônico <<http://www.master.iag.usp.br>> (2010).

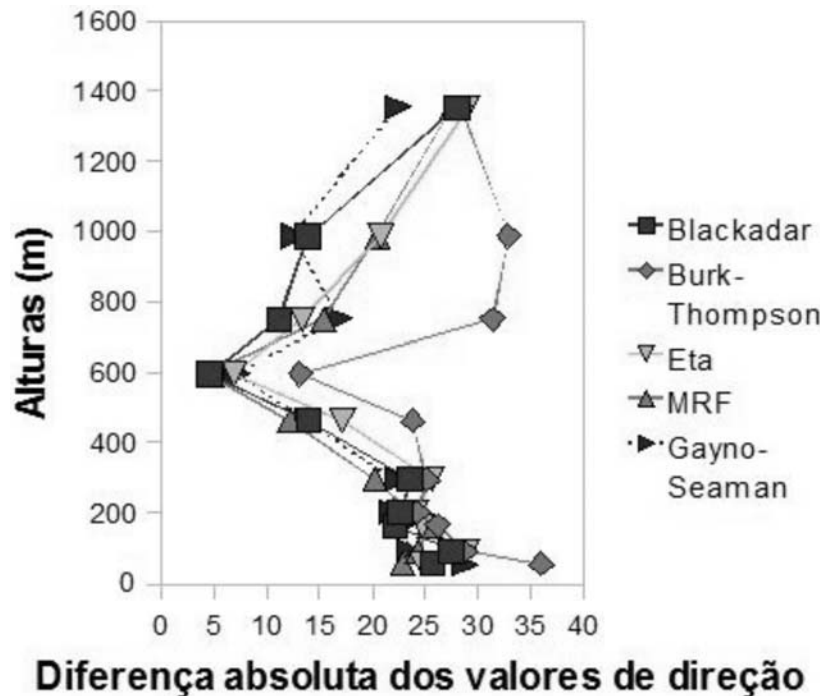


Gráfico 5: Média das diferenças absolutas de direção de vento entre os valores previstos e os observados para todos os dias da simulação.

foram abaixo do vento observado (subestimativas). A previsão de velocidades acima dos valores observados também foi encontrada nos trabalhos de Braun e Tao (2000), Bright e Mullen (2002) e Durante e de Paus (2006), neste caso, para uma das localidades avaliadas. Foram resultados bastante diferentes aos achados de Steeneveld et al. (2006), em que todos os esquemas subestimaram a magnitude do vento.

O destaque são os valores dos máximos positivos, pois os esquemas B-T, MY2.5 e G-S simularam um perfil de jato de baixo nível JBN com valores de magnitude de vento entre três e cinco metros por segundo acima dos observados. Confrontando as médias das velocidades apresentadas no Gráfico 2, percebe-se que, na média do vento observado, não há configurado um JBN. Steeneveld et al. (2006) também encontraram os esquemas MY2.5 e B-T prevendo um JBN bem definido, apesar das magnitudes terem sido subestimadas. Enquanto isso, a diferença entre os resultados deste trabalho e os de Steeneveld et al. (2006) dizem respeito à presença de um jato de baixos níveis de grande intensidade nos trabalhos daqueles autores, de 22 m/s, enquanto que, neste estudo, observou-se apenas um evento de fraca intensidade, classificado como JBN Fraco no dia 1º de julho. Na pesquisa de Zhang e Zheng (2004), o esquema G-S foi o que simulou um jato bem definido, com valores entre 1,5 a 2 m/s acima do vento observado.

A partir da altura média de 600 metros, o esquema B-T foi o que apresentou os valores previstos mais divergentes que os observados, seguidos pelas

parametrizações MY2.5 e G-S. Os esquemas BLK e Hong-Pan foram, novamente, as parametrizações que melhor previram a magnitude do vento nessa faixa da atmosfera. Para o horário das 12 UTC no centro-oeste dos EUA, Zhang e Zheng (2004) também encontraram que todas as parametrizações simularam a velocidade menor que o observado. Além disso, os esquemas BLK e G-S foram os que obtiveram os melhores resultados no respectivo trabalho.

Percebeu-se que as parametrizações tiveram dificuldades de transição entre regimes estratificados para turbulentos. Isso fica aparente analisando os perfis termodinâmicos das radiossondagens de SBPA presentes no Gráfico 4, que mostram uma camada estável perto da superfície e que torna-se instável a partir de uma altura aproximada de 600-900 metros.

O Gráfico 5 apresenta as diferenças absolutas da direção do vento entre as modelagens do MM5 e as radiossondagens para cada parametrização. Por absoluto, deve-se entender que a diferença independe se a variação da direção seja no sentido horário ou anti-horário. Na coordenada das abscissas estão os valores das diferenças entre os resultados previstos e os observados, enquanto que na ordenada estão os valores de altura em metros.

O Gráfico 5 demonstra claramente que todos os esquemas influenciaram o modelo MM5 no sentido de produzirem valores bem próximos aos valores observados, concordando com aqueles encontrados por Steeneveld et al. (2006), neste caso, somente para os esquemas BLK, B-T, MY2.5 e Hong-Pan. A

parametrização B-T apresenta uma diferença nos valores previstos de direção do vento em relação ao restante dos esquemas, principalmente a partir de 300-400 metros de altura.

Com os resultados em pauta e confirmada a hipótese, acrescida do esquema BLK, que quantificou valores próximos ao Hong-Pan, pode-se progredir para a conclusão desta pesquisa, conforme transcrita na seção a seguir.

CONCLUSÃO

A atmosfera terrestre é um grande bolsão de ar que permite a vida em todas as suas formas, mas é dentro das primeiras centenas de metros onde o homem desenvolve suas atividades e também interfere no meio ambiente. Essa porção é conhecida como camada limite planetária e nela ocorrem as trocas turbulentas de calor, umidade e momento entre a superfície terrestre e a atmosfera livre logo acima.

Os modelos numéricos vieram a aplicar as formulações matemáticas para o escoamento atmosférico com o objetivo de prever o estado futuro da mesma. Mas há processos físicos que não são facilmente resolvíveis por meio de equações e, nesse caso, aplicam-se as parametrizações. Por isso, os modelos numéricos e o MM5, no caso da presente pesquisa, incorporaram parametrizações para vários mecanismos, sendo um deles o de camada limite planetária, que é o objeto de estudo deste trabalho.

Os nevoeiros de radiação formam-se na camada limite planetária e sua ocorrência está condicionada ao desenvolvimento de uma faixa estável nos níveis inferiores. Essa consideração levou ao problema desta pesquisa: em que medida as parametrizações de CLP do MM5 influenciavam na previsão de vento em baixos níveis, quando em presença de atmosfera estável nos primeiros níveis?

Por meio da escolha de cinco dias seguidos típicos, nos quais houve formação de nevoeiros e névoas e em que havia uma camada estável, foi executado o MM5 para cada parametrização, durante todos os dias. Foi escolhido o horário das 12 UTC (validade de 24 horas) para aferição com dados de radiossondagem. Nesse caso, trabalhou-se com a limitação de não se ter à disposição várias sondagens entre 00 e 12 UTC, o que não inviabilizaria o objetivo da pesquisa, mas torná-la-ia mais consistente e ampla.

Os resultados evidenciaram que todas as parametrizações superestimaram a magnitude do vento dentro da camada estável e subestimaram acima desta. Três esquemas, B-T, MY2.5 e G-S acabaram

por simular um jato de baixos níveis dentro da camada estável, quando na verdade o vento observado não tinha essa característica. Essa previsão poderia induzir o meteorologista ao erro quando da previsão de nevoeiro.

Para todo o perfil vertical, os esquemas de CLP que levaram o MM5 a simular as velocidades do vento próximos aos dados observacionais foram o BLK e o Hong-Pan. Essas duas parametrizações caracterizam-se por serem de fechamento de primeira ordem e por usarem esquemas não-locais de difusão turbulenta. Quanto à direção do vento, todos os esquemas de CLP obtiveram resultados próximos aos observacionais.

Portanto, a hipótese foi confirmada, tendo em vista que o objetivo era limitar o estudo ao comportamento das parametrizações para uma atmosfera estável nos primeiros níveis. O número de dias poderia ser um fator a minimizar os resultados obtidos, mas os mesmos foram coerentes para todo o período e demonstraram que a parametrização Hong-Pan foi a que impactou o modelo de previsão MM5, no sentido de produzir os valores de direção e magnitude do vento mais próximos aos observados, principalmente nos casos de atmosfera estável, condição primordial na formação de nevoeiros de radiação. A pesquisa também demonstrou que a parametrização BLK obteve resultados próximos aos obtidos pela Hong-Pan. Quanto à direção do vento, todos os esquemas de CLP obtiveram resultados próximos aos dados observacionais. Em alguns aspectos, foram confirmados alguns dados de pesquisas anteriores (ZHANG; ZHENG, 2004; STEENEVELD et al., 2006; DURANTE; PAUS, 2006), mas em outros houve discordância, que podem ter sido ocasionados pelos objetivos e pela própria metodologia empregada.

Dessa forma e com base nos resultados, sugere-se continuidade do uso do esquema de parametrização Hong-Pan no modelo MM5, principalmente quando são necessárias previsões mais fidedignas de vento numa camada limite planetária estável.

A importância de que se usem esquemas de parametrização de CLP que produzam previsões mais próximas aos dados observacionais afeta o nível de prestação do serviço de Meteorologia Aeronáutica, impactando na confiabilidade da informação prestada.

Como sugestão para trabalhos futuros, pode-se avaliar a evolução temporal do comportamento das diferentes parametrizações, tanto para a previsão do perfil vertical do vento quanto para outras variáveis, como temperatura e umidade.

A implantação da modelagem numérica de tempo no âmbito do Comando da Aeronáutica é recente, apesar das pesquisas e usos estarem caminhando a passos largos no exterior e em muitas instituições nacionais.

A finalidade desta pesquisa foi de contribuir para um melhor conhecimento desse campo da Meteorologia e, em consequência, melhorar o serviço de previsão, tanto

para os usuários do Sistema de Controle do Espaço Aéreo (SISCEAB) quanto para o assessoramento das atividades estritamente militares.

REFERÊNCIAS

- ARYA, S. P. S. Suggested revisions to certain boundary layer parameterization schemes used in atmospheric circulation models. **Monthly Weather Review**, [S.l.], v. 105, issue 2, p. 215-227, feb. 1977.
- BRAUN, S. A.; TAO; W. Sensitivity of High-Resolution Simulations of Hurricane Bob (1991) to Planetary Boundary Layer Parameterizations. **Monthly Weather Review**, v. 128, issue 12, p. 3941–3961, dec. 2000.
- BRIGHT, D. R.; MULLEN, S. L. The Sensitivity of the numerical simulation of the southwest monsoon boundary layer to the choice of PBL turbulence parameterization in MM5. **Weather and Forecasting**, [S.l.], v. 17, issue 1, p. 99-114, feb. 2002.
- CHEN, C. et al. Using MM5 to hindcast the ocean surface forcing fields over the gulf of maine and georges bank region. **J. Atmos. Oceanic Technol.**, [S.l.], v. 22, issue 2, p. 131-145, feb. 2005.
- DURANTE, F.; de PAUS, T. A comparison of MM5 and meteo mast wind profiles at Cabauw, the Netherlands and Wilhelmshaven, Germany. e **WindEng Journal**, [S.l.], 2006. Disponível em: <<http://ejournal.windeng.net/13/>>. Acesso em: 10 set. 2010.
- GULTEPE, I. Fog and boundary layer clouds: fog visibility and forecasting. **Pure and Applied Geophysics**, [S.l.], v. 164, n. 6-7, 2007.
- HOLTSLAG, A. A. M.; BOVILLE, B. A. Local Versus Nonlocal Boundary-Layer Diffusion in a Global Climate Model. **Journal of Climate**, [S.l.], v. 6, issue 10, p. 1825-1842, oct. 1993.
- LEE, S-M.; FERNANDO, H. J. S. Planetary boundary layer structure of the paso del norte airshed: a numerical study. **The U.S.-Mexican border environment: Air Quality Issues along the U.S.-Mexican Border**, [S.l.], n. 6, p. 59-80, 2003. Disponível em: <<http://www.scerp.org/pubs/m6c2.pdf>>. Acesso em: 27 set. 2010.
- STEENEVELD, et al. Mesoscale model intercomparison and observational evaluation for three contrasting diurnal cycles in CASES99: focus on the stable boundary layer. In: 17th Symposium on Boundary Layers and Turbulence, San Diego, CA, may 2006 **Anais eletrônicos...** San Diego, CA, may 2006. Disponível em: <ams.confex.com/ams/pdfpapers/109560.pdf>. Acesso em: 19 set. 2010.
- THOMSEN, G. L.; SMITH, R. K. The importance of the boundary layer parameterization in the prediction of low-level convergence lines. **Monthly Weather Review**, [S.l.], v. 136, issue 6, p. 2173–2185, June 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1175/2007MWR2190.1>>. Acesso em: 25 set. 2010.
- UCAR. **MM5 Tutorial**. Disponível em: <<http://www.mmm.ucar.edu/mm5/documents/tutorial-v3-notes.html>>. Acesso em: 08 ago. 2010.
- VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- ZHANG, D.; ZHENG, W. Diurnal cycles of surface winds and temperatures as simulated by five boundary layer parameterizations. **Journal of Applied Meteorology**, [S.l.], v. 43, issue 1, p.157-169, Jan. 2004.

A Influência dos Projetos Básicos nos Processos Licitatórios

The influence of the Basic Projects in the bidding processes

La influencia de los proyectos básicos en los procesos de licitación

Tenente Coronel Intendente Marcelo Antenuzzi de Almeida

Curso de Comando e Estado-Maior/2010 - ECEMAR

Rio de Janeiro - RJ

antenuzzi@terra.com.br

RESUMO

Este trabalho buscou entender qual a influência dos projetos básicos nos processos licitatórios relativos a contratações de serviços de manutenção das aeronaves da Força Aérea Brasileira (FAB), realizadas nos anos de 2008 e 2009. Para tanto, realizou-se uma pesquisa documental e bibliográfica. A fundamentação teórica escolhida pautou-se nos conceitos da Teoria Geral dos Sistemas, de Ludwig von Bertalanffy. Inicialmente, é apresentada uma visão geral do trabalho realizado. Em seguida, são abordados os principais fundamentos legais e doutrinários, o marco teórico utilizado e a metodologia da abordagem por processos. Na sequência são descritas as técnicas e os métodos utilizados. A coleta de dados foi realizada por meio de questionários dirigidos aos agentes da administração dos Parques de Material Aeronáutico relacionados com a elaboração de Projetos Básicos e suas respectivas licitações. Posteriormente, são apresentados os resultados da pesquisa obtidos por meio da análise e interpretação dos dados. Como conclusão, infere-se que os projetos básicos são considerados fatores críticos de sucesso nos processos licitatórios destinados às contratações de serviços de manutenção das aeronaves da FAB.

Palavras-chave: Projeto básico. Licitação. Contrato de manutenção. Terceirização.

Recebido / Received / Recebido
22/01/11

Aceito / Accepted / Acepto
24/04/11

ABSTRACT

This work aimed to understand the influence of the basic designs on the aircraft maintenance service bidding processes of the Brazilian Air Force, accomplished between 2008 and 2009. A documentary and bibliographic research were performed and the theoretical grounding chosen was based on the General System Theory by Ludwig von Bertalanffy. Initially, some introductory considerations are made, on which an overview of the work is presented. Then, the main legal and doctrinal concepts, as well as the theoretical grounding and methodology of the process approach are presented. The data collection were conducted by questionnaires sent to administration agents from Aeronautical Material Plants responsible for the development of basic design and their respective bids. The results of the research are presented through the analysis and interpretation of the collected data. As a conclusion, we infer that the basic designs are considered critical success factors in the bidding process for the hiring of aircraft maintenance service of the Brazilian Air Force.

Keywords: Basic design. Bidding. Maintenance contract. Outsourcing.

RESUMEN

Este trabajo busca entender la influencia de los proyectos básicos en los procesos de licitaciones relativos a contrataciones de servicios de mantenimiento de las aeronaves de la Fuerza Aérea Brasileña (FAB), realizados en los años de 2008 y 2009. Para tanto, se realizó una pesquisa documental y bibliográfica. La fundamentación teórica elegida se basó en los conceptos de la Teoría General de los Sistemas, de Ludwig von Bertalanffy. Inicialmente, es presentada una visión general del trabajo realizado. Luego, son abordados los principales fundamentos legales y doctrinarios, el marco teórico utilizado y la metodología de abordaje por procesos. En la secuencia son descritas las técnicas y los métodos utilizados. La recolecta de datos fue realizada a través de cuestionarios dirigidos a los agentes de la administración de los Parques de Material Aeronáutico relacionados con la elaboración de Proyectos Básicos y sus respectivas licitaciones. Posteriormente, son presentados los resultados de la pesquisa obtenidos por medio de análisis e interpretación de los datos. Como conclusión, se infiere que los proyectos básicos son considerados factores críticos de éxito en los procesos de licitación referente a las contrataciones de servicios de mantenimiento de las aeronaves de FAB.

Palabras-clave: Proyecto básico. Licitación. Contrato de mantenimiento. Externalizar.

INTRODUÇÃO

O tema projetos básicos em licitações para manutenção de aeronaves tem provocado profunda preocupação no autor, sobretudo nos três últimos anos de sua trajetória profissional, nos quais labutou na área administrativa do Parque de Material Aeronáutico de Recife, quer na função de Gestor de Licitações, quer na presidência da Comissão Permanente de Licitações, ou ainda, na função de Chefe da Divisão Administrativa.

No exercício das citadas funções, este autor pôde perceber inúmeras dificuldades vivenciadas pelos agentes da administração envolvidos nos trabalhos de elaboração de Projetos Básicos e na condução de processos licitatórios, sobretudo nos destinados à contratação de serviços de manutenção de aeronaves.

Essas dificuldades, muitas vezes, ocasionaram falhas formais nos respectivos processos administrativos de gestão, ficando evidenciadas, sobretudo, em impropriedades e recomendações apontadas nos Relatórios de Auditoria da Secretaria de Economia e Finanças da Aeronáutica.

O Tribunal de Contas da União (TCU), por sua vez, tem manifestado em seus Acórdãos que a tarefa de elaboração de Projetos Básicos tem sido realizada, por diversos órgãos públicos, em desconformidade com os ditames legais da Lei nº 8.666 (BRASIL, 1993), com consequências extremamente danosas para a Administração: aditivos contratuais sem justificativa plausível, rescisões contratuais, anulação de licitações, reformulações que podem propiciar a transfiguração do objeto, aumento expressivo do custo estimado, pagamentos indevidos, dificuldades na fiscalização dos contratos, entre outras.

O crescimento do parque industrial de defesa brasileiro tem permitido a consecução de vários programas de terceirização no âmbito do Comando da Aeronáutica (COMAER), notadamente no que diz respeito aos serviços de suporte logístico de manutenção da sua frota de aeronaves, com vistas a alcançar os índices de disponibilidade estabelecidos para o cumprimento das missões constitucionais que lhe são afetas.

Consequentemente, verificou-se um expressivo aumento nas contratações de pessoas jurídicas para a realização dessas atividades de suporte logístico, nas quais os projetos básicos, documentos elaborados pelas áreas técnicas dos Parques de Material Aeronáutico, representam o passo inicial desse processo.

Assim, o presente trabalho tem como objetivo analisar a influência dos projetos básicos nos processos licitatórios relativos a contratações de serviços de manutenção das aeronaves da Força Aérea Brasileira (FAB), realizadas nos anos de 2008 e 2009. O espaço temporal se restringiu aos anos de 2008 e 2009 por ter sido o período em que se consolidou a terceirização das atividades de manutenção de aeronaves no âmbito do COMAER.

Este trabalho mostra-se de significativa relevância para o COMAER, uma vez que as atividades de suporte logístico de manutenção de aeronaves demandam uma elevada quantidade de recursos financeiros e são imprescindíveis à garantia do pronto emprego dos meios aeroespaciais nas operações militares, em tempo de paz e de guerra.

Tecidas as considerações introdutórias, serão examinados, no próximo capítulo, os fundamentos legais e doutrinários que alicerçam este trabalho.

1 FUNDAMENTOS LEGAIS E DOUTRINÁRIOS

A Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, também denominada de Carta Magna brasileira, é a atual lei fundamental e suprema do Brasil, servindo de parâmetro de validade a todos os demais diplomas normativos, situando-se no topo do ordenamento jurídico. Traz expressos, em seu artigo 37, os princípios a serem obedecidos pelos órgãos que integram a administração pública, quais sejam, o da legalidade, o da impessoalidade, o da moralidade, o da publicidade e o da eficiência.

Consoante a Emenda Constitucional n.º 19, de 4 de junho de 1998, a eficiência foi elevada ao patamar de princípio constitucional. A partir desse fato, o administrador público que labuta no planejamento, na execução, e na fiscalização orçamentário-financeira da despesa pública passou, explicitamente, a ter o dever de ser eficiente.

Com a inclusão do princípio da eficiência dentre os princípios constitucionais aplicáveis às atividades da Administração Pública, a atuação do administrador, além de se ater a parâmetros de prestação, perfeição e rendimento, deverá se fazer no exato limite da lei, sempre voltada para o alcance de uma finalidade pública e respeitados parâmetros morais válidos e socialmente aceitáveis.

Regulamentando dispositivo constitucional, foi sancionada, em 21 de junho de 1993, a Lei n.º 8.666. Em consonância com o que reza a Carta Magna brasileira, ordena em seu artigo 2º que “as obras, serviços, inclusive de publicidade, compras, alienações, concessões, permissões e locações da Administração Pública, quando contratados com terceiros, serão necessariamente precedidas de licitação [...]”. (BRASIL, 1993, p.1)

A licitação busca selecionar a proposta mais vantajosa para a Administração Pública com observância do princípio da isonomia, ou seja, dispensando o mesmo tratamento jurídico a todos os licitantes, sem discriminação ou favoritismos. Será processada e julgada em estrita conformidade com os princípios constitucionais que a informam, já citados anteriormente, e com a lei vigente na época da realização do certame licitatório.

Segundo Cretella Júnior (2006), a proposta mais vantajosa não necessariamente deve ser a de menor preço, mas a que se apresente mais adequada, mais favorável, mais consentânea com o interesse da Administração, ao se levar em consideração condições como o prazo, a qualidade, o rendimento, o preço e outros fatores previstos em edital.

As modalidades de licitação são definidas em função do valor estimado da contratação, e o procedimento licitatório se divide em duas fases distintas, segundo diretriz de natureza doutrinária. Meirelles (1994) afirma que o procedimento da licitação inicia-se na repartição interessada com a abertura de processo em que a autoridade competente determina sua realização, define seu objeto e indica os recursos hábeis para a despesa. Trata-se da fase interna da licitação, à qual se segue a fase externa, que se desenvolve através dos atos nesta sequência: edital ou convite de convocação dos interessados; recebimento da documentação e proposta; habilitação dos licitantes; julgamento das propostas; adjudicação e homologação.

Na opinião de Justen Filho (2005), a fase interna possui grande relevância e exige atenção cuidadosa, uma vez que grande parte das dificuldades e a quase totalidade dos problemas enfrentados pela Administração ao longo da licitação e durante a execução do contrato podem ser evitados por meio de atuação cuidadosa e diligente nessa etapa interna.

Situado na fase interna do processo licitatório e ordenado como o primeiro passo a ser obedecido nas licitações para a execução de obras e serviços, apresenta-se o projeto básico. A Lei de Licitações (BRASIL, 1993) ordena, em seu inciso I, do parágrafo 2º, do artigo 7º, que as obras e os serviços somente poderão ser licitados quando houver projeto básico aprovado pela autoridade

competente e disponível para exame dos interessados em participar do processo licitatório.

O projeto básico tira da esfera da discricionariedade da administração o que se pretende contratar. Assim, todos os licitantes saberão exatamente o que a administração pretende contratar, e, ao julgar as propostas, a administração estará vinculada ao que se propôs no projeto básico, por força do princípio da vinculação ao instrumento convocatório. Trata-se de elemento obrigatório a ser anexado ao edital de licitação, dele fazendo parte integrante, conforme os ditames do inciso I, do parágrafo segundo, do artigo 40, da Lei nº 8.666 (BRASIL, 1993).

Nos termos do inciso IX, do artigo 6º, dessa lei (BRASIL, 1993), projeto básico é definido como o conjunto de elementos necessários e suficientes, com nível de precisão adequado, para caracterizar a obra ou serviço objeto da licitação. Sua elaboração baseia-se nas indicações dos estudos técnicos preliminares, que assegurem a viabilidade técnica e o adequado tratamento do impacto ambiental do empreendimento. Deve possibilitar a avaliação do custo da obra e a definição dos métodos e do prazo de execução, devendo conter os seguintes elementos:

a) desenvolvimento da solução escolhida de forma a fornecer visão global da obra e identificar todos os seus elementos constitutivos com clareza;

b) soluções técnicas globais e localizadas, suficientemente detalhadas, de forma a minimizar a necessidade de reformulação ou de variantes durante as fases de elaboração do projeto executivo e realização das obras e montagem;

c) identificação dos tipos de serviços a executar e de materiais e equipamentos a incorporar à obra, bem como suas especificações que assegurem os melhores resultados para o empreendimento, sem frustrar o caráter competitivo para a sua execução;

d) informações que possibilitem o estudo e a dedução de métodos construtivos, instalações provisórias e condições organizacionais para a obra, sem frustrar o caráter competitivo para a sua execução;

e) subsídios para montagem do plano de licitação e gestão da obra, compreendendo a sua programação, a estratégia de suprimentos, as normas de fiscalização e outros dados necessários em cada caso; e

f) orçamento detalhado do custo global da obra, fundamentado em quantitativos de serviços e fornecimentos, propriamente avaliados.

Deverá conter, ainda, a justificativa para a contratação dos serviços, devidamente motivada sob a ótica da oportunidade, conveniência e relevância para o interesse público, segundo orientações básicas do Manual de

Licitações e Contratos do Tribunal de Contas da União (2006).

Acrescenta Pereira Júnior (2003) que, definido nesses termos, o projeto básico é alçado a ato-condição para a abertura de licitação de obra ou serviço, como requisito de validade, assim como se constitui em um instrumento insubstituível para a implementação das normas constitucionais voltadas para o controle externo dos atos administrativos, em todas as suas vertentes (jurisdicional, parlamentar e popular).

Os projetos básicos destinados à manutenção de aeronaves, por se revestirem de inúmeras peculiaridades de caráter técnico, exigem mão-de-obra especializada para sua elaboração. No âmbito do COMAER, via de regra, são desenvolvidos pelos Parques de Material Aeronáutico, organizações militares do Sistema de Material Aeronáutico responsáveis pelo suporte logístico das aeronaves da FAB, por intermédio de suas áreas técnicas, conforme atribuições previstas em seus regimentos internos.

São norteados pelos ditames da Lei de Licitações, bem como pela Instrução do Comando da Aeronáutica (ICA) “66-13: serviços de manutenção nas empresas aeronáuticas” (BRASIL, 2004), que tem por finalidade estabelecer conceitos, instruções, procedimentos, parâmetros e orientações que regulam as atividades relacionadas com os serviços de manutenção, efetuados pelas empresas aeronáuticas nacionais, em aeronaves e seus componentes de propriedade do COMAER no país.

Devem ser considerados, ainda, no trabalho de elaboração dos projetos básicos, determinados requisitos estabelecidos no artigo 12, da Lei de Licitações, os quais dão a devida atenção à integridade das pessoas e dos bens, e à redução de custos, encargos ou dificuldades. Trata-se dos seguintes requisitos:

Art. 12. Nos projetos básicos e projetos executivos de obras e serviços serão considerados principalmente os seguintes requisitos:

I – segurança;

II – funcionalidade e adequação ao interesse público;

III – economia na execução, conservação e operação;

IV – possibilidade de emprego de mão de obra,

materiais, tecnologia e matérias-primas existentes

no local para a execução, conservação e operação;

V – facilidade na execução, conservação e operação,

sem prejuízo da durabilidade da obra ou do serviço;

VI – adoção das normas técnicas, de saúde e de

segurança do trabalho adequadas;

VII – impacto ambiental. (BRASIL, 1993).

A despeito da relevância da fase interna da licitação, já abordada e ressaltada pelos doutrinadores, têm-se observado comumente nas licitações públicas a ocorrência de projetos básicos incompletos e com deficiências, a respeito dos quais Justen Filho (2005)

deixa aos administradores públicos um importante ensinamento:

Tem de evitar-se uma prática difundida na Administração, consistente em elaborar um projeto básico absolutamente incompleto e deficiente, promovendo licitação para um contrato indeterminado e impreciso. O resultado prático é a absoluta desconexão entre o perfil definitivo da contratação e a licitação originalmente realizada, inclusive no tocante às estimativas de custo. (JUSTEN FILHO, 2005, p.105).

Conhecidos os fundamentos legais e doutrinários que tratam da matéria, passa-se ao marco teórico que alicerça este trabalho.

2 MARCO TEÓRICO

Os primeiros enunciados do biólogo alemão Ludwig von Bertalanffy (2008) sobre a Teoria Geral dos Sistemas (TGS) datam de 1925, e foram decorrentes da sua preocupação com as lacunas existentes na pesquisa e na teoria da Biologia. Acreditava que, de uma maneira ou de outra, somos forçados a tratar com totalidades ou sistemas em todos os campos do conhecimento.

Constitui-se em uma teoria interdisciplinar, calcada em princípios universais aplicáveis aos sistemas em geral, qualquer que seja a natureza dos elementos que os compõe e as relações ou forças existentes entre eles. Baseia-se na compreensão da dependência recíproca de todas as disciplinas e da necessidade de sua integração (BERTALANFFY, 2008).

Chiavenato (2004) postula que a TGS é essencialmente totalizante: os sistemas não podem ser compreendidos apenas pela análise separada e exclusiva de cada uma de suas partes. A TGS afirma que os sistemas devem ser estudados globalmente, envolvendo todas as interdependências existentes entre suas partes. Dentro dessa linha de pensamento, contrária à concepção mecanicista existente, e com base no que acontece na natureza com os organismos vivos, Bertalanffy (2008) assegura que é necessário estudar não somente partes e processos isoladamente, mas também resolver os decisivos problemas encontrados na organização e na ordem que os unifica, resultante da interação dinâmica das partes, tornando o comportamento das partes diferente quando estudado isoladamente e quando tratado no todo.

Na visão de Chiavenato (2004), o conceito de sistemas passou a dominar as ciências, principalmente a Administração. A palavra sistema denota um conjunto de elementos interdependentes e interagentes ou um grupo de unidades combinadas que formam um todo organizado. O aspecto mais importante do conceito de sistema é a ideia de um conjunto de elementos para formar um todo, onde o

tudo apresenta propriedades e características próprias que não são encontradas em nenhum dos elementos isolados.

Existem dois conceitos que retratam as características básicas dos sistemas: o de propósito ou objetivo e o de globalismo ou totalidade. Todo sistema tem algum propósito ou objetivo. Seus elementos relacionados definem um arranjo que visa sempre a um objetivo. No que se refere ao globalismo, qualquer estimulação em uma unidade do sistema afetará todas as demais, devido ao relacionamento existente entre elas. O sistema sempre reagirá globalmente a qualquer estímulo produzido em quaisquer de suas unidades.

O respaldo teórico desse estudo repousa na abordagem sistêmica, devido ao fato dos processos licitatórios não poderem ser compreendidos simplesmente através da análise em separado de suas partes. Não há sentido realizar a análise do projeto básico sem que se leve em consideração o contexto em que ele se insere. Para se atingir o objetivo proposto no presente estudo, os processos devem ser estudados globalmente, ou seja, devem ser levadas em consideração todas as interdependências existentes entre suas partes.

Após uma passagem pela base teórica do presente trabalho, necessário se faz conhecer a metodologia da abordagem por processos.

3 ABORDAGEM POR PROCESSOS

A modelagem dos processos de trabalho de uma organização tem se constituído em um tema de grande relevância, tanto na administração de interesses societários privados, quanto na administração dos negócios estatais que almejam a satisfação do interesse público, uma vez que os resultados são consequências daqueles processos e implicam no êxito ou no fracasso da organização.

Todas as organizações requerem gestão, porque todas têm o mesmo fundamento: reunir e interagir esforços para atingir um objetivo comum. Para se fazer uma gestão apropriada, uma das ferramentas reconhecidas é a abordagem por processos, que permite conhecer, fazer funcionar, avaliar, controlar e melhorar continuamente as organizações. A norma NBR ISO 9001:2000 requer que a organização adote a abordagem por processos.

Maranhão e Macieira (2004) entendem que a abordagem por processos impõe uma ênfase grande na melhoria da forma pela qual o trabalho é realizado, em contraste com o enfoque nos produtos ou serviços oferecidos aos clientes. As organizações bem-sucedidas devem oferecer produtos e serviços com grau de qualidade inquestionável, empregando processos eficientes e eficazes para produzi-los e vendê-los.

Considerando a terminologia estabelecida pela Norma ISO 9000:2000, processo é um conjunto de atividades inter-relacionadas ou interativas que transformam insumos (entradas) em produtos (saídas). Os processos significam uma sucessão de eventos, onde cada evento pode ser visto como uma transformação de algo em outra coisa, ou seja, um processo elementar dentro de outro mais complexo, e assim sucessivamente.

Embora existam várias definições para o termo processo, Maranhão e Macieira (2004) apontam para a conveniência de se estabelecer a distinção entre processo elementar e processo complexo: o processo elementar é a unidade elementar ou célula de um processo, composta de entradas, transformação e saídas, ao passo que o processo complexo, representa uma reunião interconectada de processos elementares.

As organizações são consideradas sistemas complexos e torna-se de pouca relevância a análise de um processo isoladamente. As atividades que ocorrem nas organizações compõem-se de uma rede de processos interconectados, onde cada um influencia os demais.

Para uma melhor compreensão deste trabalho, serão abordados no capítulo seguinte a eficiência e a eficácia, termos amplamente utilizados no cotidiano da administração pública.

4 EFICIÊNCIA E EFICÁCIA DOS PROCESSOS

Eficiência e eficácia são dois termos básicos a serem considerados no estudo da gestão das organizações. A Norma NBR ISO 9000:2000, define eficácia aplicada à gestão como sendo a extensão na qual as atividades planejadas são realizadas e os resultados planejados, alcançados. Eficiência, por sua vez, é definida pela mesma norma como sendo a relação entre o resultado alcançado e os recursos usados.

Chiavenato (2004) explica que nem sempre a eficácia e a eficiência andam juntas. Uma empresa pode ser eficiente e não ser eficaz em suas operações, ou vice-versa, e ainda, pode ser ineficiente e ineficaz. A situação ideal reside no fato de uma empresa ser eficiente e eficaz, ao que se dá o nome de excelência.

De acordo com Maranhão e Macieira (2004), obter bons processos de trabalho significa alcançar eficiência e eficácia no desempenho das atividades executadas. Cabe às organizações buscar os mecanismos que as obriguem e as estimulem a manterem-se continuamente competitivas, isto é, serem eficientes e eficazes, de modo a superar as tentações de acomodação.

Nesse contexto, figuram os Fatores Críticos de Sucesso (FCS), definidos por Maranhão e Macieira (2004) como condições essenciais para que um processo de

trabalho seja desempenhado com êxito. Constituem-se em atributos indispensáveis para a eficiência e eficácia de um processo e sinalizam aspectos vitais a serem equacionados e monitorados de forma a aumentar a probabilidade da realização de um processo sem entraves.

Os FCS são específicos de cada processo considerado, muito embora um conjunto de FCS possa ser comum a outros processos da organização, acabando por gerar uma cultura organizacional de eficiência e eficácia.

Os projetos básicos passam a representar um dos FCS a serem considerados nos processos licitatórios, na medida em que correspondem ao detalhamento do objeto, tratam das circunstâncias e do modo de realização dos serviços pretendidos, e por isso se constituem elementos obrigatórios a serem anexados aos editais de licitação.

Os FCS contribuem fortemente para alcançar os objetivos fixados pela organização. Influenciam diretamente os resultados de desempenho dos processos, que geram os resultados da organização e, por consequência, determinam em que medida a organização poderá atingir os seus objetivos.

Após a abordagem dos pontos principais da bibliografia sobre o assunto, passa-se a apresentar o detalhamento da metodologia aplicada pelo autor.

5 METODOLOGIA DE PESQUISA

A metodologia utilizada pelo autor para a investigação do tema foi pautada nos conhecimentos adquiridos nas aulas ministradas pela Escola de Comando e Estado-Maior da Aeronáutica (ECEMAR), sobre metodologia da pesquisa científica, bem como nos ensinamentos de Gomes (2007) e Marconi e Lakatos (2007).

No que se refere ao tipo de pesquisa, foi utilizado o esquema tipológico (ABRAMO, 1979 apud MARCONI; LAKATOS, 2007, p. 21), por ser considerado a mais completa forma de abordagem. Segundo as técnicas e os instrumentos de observação, a pesquisa realizada caracteriza-se como de observação indireta, por ter sido realizada com base em consulta bibliográfica e documental e na aplicação de questionários.

Foram também consultadas outras fontes primárias, notadamente *sites* oficiais do governo federal na *internet*, entre os quais podemos destacar o do TCU, o do Comprasnet, o do Planalto Federal, bem como o site de busca *Google*, no qual se pesquisou diversos artigos, por intermédio das expressões projetos básicos, princípio da eficiência, manutenção de aeronaves, terceirização, entre outros.

Na fundamentação teórica deste trabalho, o autor buscou conhecer os principais dispositivos legais e

doutrinários que fundamentam os processos licitatórios de contratação de serviços de manutenção das aeronaves da FAB, e identificar os elementos formais que devem constar obrigatoriamente nos projetos básicos de manutenção de aeronaves.

Com o fito de apontar as principais dificuldades apresentadas pelos agentes da administração na execução das tarefas de elaboração de projetos básicos e de condução dos respectivos processos licitatórios de contratações de serviços de manutenção de aeronaves, e das falhas formais mais comumente observadas, foram levantados dados junto a todos os Parques de Material Aeronáutico que compõem o Sistema de Material Aeronáutico do COMAER: o de Recife, o do Galeão, o dos Afonsos, o de Lagoa Santa e o de São Paulo.

Para tanto, foram distribuídos 50 questionários aos agentes da administração dessas Organizações Militares, entre os quais oficiais, graduados e funcionários civis, que exercem atividades que se relacionam diretamente com o tema da pesquisa, dos quais o autor procurou extrair um retrato da realidade vivenciada nessas organizações. Dos 50 questionários distribuídos, obteve-se respostas a quarenta e um deles, que correspondem a um percentual de amostragem de 82% do universo pesquisado, amostra considerada significativa para efeito deste estudo.

Para a obtenção dos dados da pesquisa, foram elaborados dois tipos de questionários: o primeiro foi dirigido aos agentes da administração envolvidos diretamente com os trabalhos de elaboração dos projetos básicos, os quais denominamos de subgrupo A; o segundo, aos agentes da administração relacionados com a condução e fiscalização dos processos licitatórios de contratação de serviços de manutenção de aeronaves, os quais denominamos de subgrupo B.

As perguntas foram elaboradas objetivando buscar respostas para as principais dificuldades apresentadas pelos agentes da administração na execução das tarefas de elaboração de projetos básicos e de condução dos respectivos processos licitatórios, e identificar quais as falhas formais mais comumente observadas, de maneira objetiva e concisa. Nesse escopo, procurou-se mensurar o grau de influência dos projetos básicos na condução dos respectivos processos licitatórios, o grau de qualidade dos serviços contratados, o nível de capacitação dos agentes que elaboram projetos básicos, bem como o nível de retrabalho gerado por falhas formais dos projetos básicos.

Foram privilegiadas as perguntas de múltipla escolha, do tipo perguntas de estimativa ou avaliação, as quais consistem na emissão de um julgamento por meio de uma escala com vários graus de intensidade para um

mesmo item. As respostas obtidas são quantitativas e indicam um grau de intensidade.

Utilizou-se escalas de ordenação para organizar os dados obtidos relativos às questões relacionadas às dificuldades com as quais se deparam os agentes da administração responsáveis pela tarefa de elaborar projetos básicos. Também foram organizados os dados relativos às falhas formais mais comuns observadas nos projetos básicos destinados à contratação de serviços de manutenção de aeronaves, a fim de que fosse possível realizar o trabalho de tabulação.

Para a quantificação e organização dos dados referentes às demais questões, o autor lançou mão da escala de intensidade, na graduação de 1 a 10, por julgá-la de fácil compreensão, dada sua rotineira utilização no cotidiano das pessoas. A tabulação dos dados foi realizada por intermédio do sistema de tabulação manual, por se tratar de um tipo simples de investigação.

Dessa forma, após uma explanação detalhada da metodologia que o autor usou para abordar o tema da presente pesquisa, passa-se à análise e interpretação dos resultados obtidos.

6 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

A análise e interpretação dos dados coletados é fundamentada pelos enunciados de Bertalanffy (2008) sobre a TGS, para alcançar o objetivo de analisar a influência dos projetos básicos nos processos licitatórios relativos a contratações de serviços de manutenção das aeronaves da FAB, realizadas nos anos de 2008 e 2009.

Para discorrer sobre os fundamentos legais e doutrinários que regem a matéria, o autor realizou uma aprofundada pesquisa no arcabouço legal vigente e nos ensinamentos dos principais doutrinadores, com o fim de conhecer os principais dispositivos legais e doutrinários que fundamentam os processos licitatórios relativos à contratação de serviços de manutenção das aeronaves da FAB.

Após uma releitura do segundo capítulo, pôde-se verificar que a Constituição da República Federativa do Brasil (BRASIL, 1988), situada no topo do ordenamento jurídico, passou a servir de parâmetro de validade para todos os demais diplomas jurídicos.

A Carta Magna brasileira contempla, no caput do artigo 37, os princípios a serem obedecidos pelos órgãos que integram a administração direta, entre os quais figura o COMAER. Embora seja o mais moderno princípio da função administrativa, merece destaque o princípio constitucional da eficiência, que impõe ao administrador público o compromisso com a melhor forma de solução, com a verdadeira obrigação de optar pelo mais

eficiente, sem deixar de observar os demais princípios constitucionais e sem se sobrepor a eles.

Para regulamentar o dispositivo constitucional, foi sancionada a Lei nº 8.666 (BRASIL, 1993), o mais recente diploma legislativo sobre o procedimento licitatório. Este diploma legal e suas alterações posteriores estabelecem as normas gerais das licitações e contratos da administração e subordinam ao seu regime jurídico os órgãos da administração direta, entre outros.

Essa Lei determina, no artigo 2º, que os serviços contratados com terceiros, via de regra, serão precedidos de licitação. Deixa expressa a finalidade da licitação, qual seja a de selecionar a proposta mais vantajosa para a Administração, para os contratos de seu interesse.

Ao examinar as diretrizes de natureza doutrinária emitidas por renomados estudiosos do tema licitações e contratos, mostrou-se de grande relevância a clássica divisão do processo licitatório em duas fases distintas, definidas por Meirelles (1994) como fase interna e fase externa.

Segundo Justen Filho (2005), à fase interna deve ser dedicada atenção cuidadosa, em virtude de concentrar grande parte das dificuldades e a quase totalidade dos problemas enfrentados pela Administração no curso da licitação.

Uma vez que os projetos básicos correspondem ao detalhamento do objeto de modo a permitir a perfeita identificação do que é pretendido pelo órgão licitante, e que a elaboração destes acontece na fase interna da licitação, a qual se inicia com a definição da necessidade a ser atendida, segundo Justen Filho (2005), é lícito considerar que a tarefa de elaboração dos projetos básicos destinados às contratações de serviços de manutenção das aeronaves da FAB inspire muita atenção e cuidado aos agentes da administração que a executam.

No caso específico de serviços de manutenção de aeronaves da FAB, os projetos básicos que os especificam exigem mão-de-obra especializada para sua elaboração e, via de regra, são desenvolvidos por integrantes das áreas técnicas dos Parques de Material Aeronáutico. Essas tarefas são norteadas não só pela Lei de Licitações, que trata das licitações e contratos da administração como um todo, mas também pela “ICA 66-13: serviços de manutenção nas empresas aeronáuticas” (BRASIL, 2004), que estabelece conceitos, instruções, procedimentos, parâmetros e orientações que regulam os serviços de manutenção em aeronaves e seus componentes de propriedade do COMAER, efetuados pelas empresas aeronáuticas nacionais.

Dessa forma, em atenção ao primeiro objetivo específico, constituem-se como os principais dispositivos legais que fundamentam os processos licitatórios relativos

à contratação de serviços de manutenção das aeronaves da FAB: a Constituição da República Federativa do Brasil (BRASIL, 1988); a Lei nº 8.666 (BRASIL, 1993); e a “ICA 66-13: serviços de manutenção nas empresas aeronáuticas” (BRASIL, 2004).

No que se refere aos dispositivos doutrinários, mostrou-se de grande relevância a divisão do procedimento licitatório em duas fases distintas, com ênfase para a fase interna. Mereceu destaque o princípio constitucional da eficiência, que se relaciona com todos os demais princípios constitucionais, sem se sobrepor aos mesmos.

A abordagem com maior detalhamento sobre o tema projetos básicos, ainda no segundo capítulo deste trabalho, permitiu ao autor identificar quais são os elementos formais que devem constar obrigatoriamente nos projetos básicos de manutenção de aeronaves, de modo a atender aos pré-requisitos legais existentes.

Verificou-se, segundo os ditames do inciso I, do parágrafo 2º, do artigo 7º, da Lei 8.666 (BRASIL, 1993), que toda licitação de obra ou serviço deve ser precedida da elaboração do projeto básico e que este deverá estar anexado ao ato convocatório, dele se constituindo parte integrante.

Necessário se fez conhecer sua definição, a qual se encontra descrita no inciso IX, do artigo 6º, da Lei nº 8.666 (BRASIL, 1993), que resumidamente significa um conjunto de elementos necessários e suficientes, com nível de precisão adequado, para caracterizar a obra ou o serviço objeto da licitação.

Segundo Pereira Júnior (2003), o projeto básico é alçado a ato-condição para a abertura de licitação para obras e serviços, como requisito de validade. Além de ser peça imprescindível para a execução de obras e serviços, constitui-se no documento que propicia à Administração conhecimento pleno do objeto que se deseja licitar, de forma detalhada, clara e precisa. Em qualquer licitação de obras e serviços, se o projeto básico for falho ou incompleto, a licitação estará viciada e a contratação não atenderá aos objetivos da Administração.

Deverá conter a justificativa para a contratação dos serviços, motivada sob a ótica da oportunidade, conveniência e relevância para o interesse público; deverá ser elaborado com base nas indicações de estudos técnicos preliminares; deverá ter por objetivo assegurar a viabilidade técnica e o tratamento do impacto ambiental do empreendimento; e deverá possibilitar a avaliação do custo do serviço e a definição dos métodos e do prazo de execução.

Compreendida sua importância no contexto de um processo licitatório, pode-se inferir que um projeto básico incompleto e deficiente certamente promoverá

uma licitação que terá como consequência um contrato indeterminado e impreciso, com grande possibilidade de desperdício de recursos públicos, na contramão do princípio constitucional da eficiência.

Dessa forma, em atenção ao segundo objetivo específico, os elementos formais que devem constar obrigatoriamente nos projetos básicos de manutenção de aeronaves, de modo que sejam atendidos os pré-requisitos legais existentes, são os seguintes:

- justificativa para a contratação dos serviços;
- desenvolvimento da solução escolhida;
- soluções técnicas globais e localizadas;
- identificação dos tipos de serviços a executar e de materiais e equipamentos a incorporar ao serviço;
- informações que possibilitem o estudo e a dedução de métodos construtivos;
- subsídios para montagem do plano de licitação e gestão do serviço; e
- orçamento detalhado do custo global do serviço.

Após terem sido abordados nesse estudo os principais dispositivos legais e doutrinários que fundamentam os processos licitatórios de manutenção das aeronaves da FAB, bem como as formalidades que permeiam a elaboração dos respectivos projetos básicos, torna-se possível imaginar que inúmeros motivos podem concorrer para que um projeto básico seja considerado incompleto e deficiente.

A elaboração de projetos básicos incompletos e deficientes é apontada por Justen Filho (2005) como uma prática difundida na Administração, que precisa ser evitada. Essa prática altamente nociva aos cofres públicos levou o autor a pesquisar que motivos estão relacionados aos problemas encontrados nos projetos básicos tratados por este estudo, de forma a apontar quais são as principais dificuldades apresentadas pelos agentes da administração na execução das tarefas de elaboração de projetos básicos e de condução dos respectivos processos licitatórios,

relativos a contratações de serviços de manutenção de aeronaves, e quais as falhas formais mais comumente observadas.

Esses fatores passaram a ser conhecidos, de forma mais ampla, a partir do estudo das respostas aos questionários de pesquisa, as quais passarão a ser analisadas a seguir. Traduzem a opinião de uma amostra significativa dos principais atores do cenário logístico, para fins deste estudo, representada pelos agentes da administração dos Parques de Material Aeronáutico envolvidos com as tarefas de elaboração de Projetos Básicos e com a condução dos respectivos processos licitatórios.

Com relação ao retorno dos questionários, para o questionário distribuído ao subgrupo A, dirigido a 30 agentes da Administração que elaboram projetos básicos, obteve-se a devolução de 26 questionários, cuja taxa de retorno corresponde a 86,6%.

Por outro lado, para o questionário distribuído ao subgrupo B, dirigido a 20 agentes da Administração relacionados com a condução e fiscalização dos processos licitatórios de contratação de serviços de manutenção de aeronaves, obteve-se a devolução de 15 questionários, cuja taxa de retorno corresponde a 75%.

A primeira questão abordada pelos questionários dirigidos aos dois subgrupos buscou conhecer a avaliação de seus elementos, em escala de 1 a 10, para o grau de influência exercida pelos projetos básicos de sua Organização Militar (OM), destinados à contratação de serviços de manutenção de aeronaves, para uma eficiente condução dos respectivos processos licitatórios, durante os exercícios de 2008 e 2009, considerando a capacidade que as informações contidas naqueles documentos possuem de afetar os processos, de forma positiva ou negativa.

A tabulação dos dados obtidos pode ser visualizada na tabela de distribuição de frequência a seguir:

Tabela 1: Grau de influência dos projetos básicos nos processos licitatórios

Grau de Influência	Subgrupo A	%	Subgrupo B	%
1	-	-	-	-
2	-	-	-	-
3	-	-	-	-
4	-	-	-	-
5	2	7,69	-	-
6	2	7,69	1	6,66
7	4	15,38	-	-
8	2	7,69	2	13,33
9	5	19,23	5	33,33
10	11	42,32	7	46,68
Total	26	100,00	15	100,00

Fonte: Autor (2010).

Percebe-se, pela análise dos dados tabulados, que grande parte das respostas ficaram concentradas nos valores mais altos da escala. O cálculo da Média (M) indicou $M = 8,5$ para o subgrupo A e $M = 9,13$ para o subgrupo B, o que aponta uma percepção dos elementos de ambos os subgrupos da alta relevância dos projetos básicos para o processo licitatório, considerando a capacidade que as informações contidas naqueles documentos possuem de afetar os processos licitatórios, de forma positiva ou negativa. Observou-se, ainda, que os elementos do subgrupo B, que interagem com o processo licitatório durante todo o seu curso, atribuem maior relevância aos projetos básicos, comparativamente aos elementos do grupo A, que elaboram aqueles documentos.

A segunda questão abordada pelo questionário dirigido ao subgrupo A buscou conhecer a avaliação de seus elementos, em escala de 1 a 10, para o grau de qualidade dos serviços de manutenção de aeronaves prestados pelas empresas contratadas pela sua Unidade Gestora nos anos de 2008 e 2009, considerando como qualidade a capacidade que um serviço possui de atender à função básica para a qual foi contratado e às expectativas e necessidades dos seus usuários.

A tabulação dos dados obtidos pode ser visualizada na tabela de distribuição de frequência a seguir:

Tabela 2: Grau de qualidade dos serviços prestados por empresas contratadas

Grau de Qualidade	Subgrupo A	%
1	-	-
2	1	3,85
3	1	3,85
4	1	3,85
5	5	19,23
6	2	7,69
7	6	23,07
8	7	26,92
9	3	11,54
10	-	-
Total	26	100,00

Percebe-se, pela análise dos dados tabulados e pelo cálculo da média $M = 6,5$, que existe uma lacuna significativa entre a qualidade dos serviços de manutenção de aeronaves efetivamente prestados pelas empresas contratadas pelo COMAER, nos anos de 2008 e 2009, e a qualidade desejada, de acordo com as especificações dos respectivos projetos básicos.

A terceira questão abordada pelo questionário dirigido ao subgrupo A buscou conhecer a avaliação de seus elementos, em escala de 1 a 10, quanto ao nível de capacitação em que se encontram para a tarefa de elaborar projetos básicos de manutenção de aeronaves, de forma que contemplem os elementos formais previstos na legislação pertinente, bem como possibilitem que o serviço contratado apresente os padrões de desempenho e qualidade esperados, considerando como capacitação o preparo adequado para o correto desempenho de uma função.

A tabulação dos dados obtidos pode ser visualizada na tabela de distribuição de frequência a seguir:

Tabela 3: Nível de capacitação para elaborar projetos básicos.

Nível de Capacitação	Subgrupo A	%
1	1	3,84
2	-	-
3	5	19,23
4	4	15,39
5	5	19,23
6	2	7,70
7	5	19,23
8	2	7,70
9	1	3,84
10	1	3,84
Total	26	100,00

Percebe-se, pela análise dos dados tabulados e pelo cálculo da Média $M = 5,34$, que existe uma lacuna significativa entre o nível de capacitação em que se encontram os agentes da administração encarregados de elaborar projetos básicos de manutenção de aeronaves, e o nível ideal, representado pelos valores mais altos da escala.

A segunda questão abordada pelo questionário dirigido ao subgrupo B buscou conhecer a avaliação de seus elementos, em escala de 1 a 10, para o nível de retrabalho gerado pelas falhas identificadas nos projetos básicos referentes às licitações de serviços de manutenção de aeronaves realizadas pela sua Unidade Gestora nos anos de 2008 e 2009, considerando como retrabalho toda e qualquer paralização do andamento normal dos processos, que tenha gerado desperdício de tempo para sanar falhas de forma ou de conteúdo, verificadas naqueles documentos.

A tabulação dos dados obtidos pode ser visualizada na tabela de distribuição de frequência a seguir:

Tabela 4: Nível de retrabalho gerado por falhas nos projetos básicos

Nível de Retrabalho	Subgrupo B	%
1	-	-
2	-	-
3	1	6,66
4	1	6,66
5	-	-
6	1	6,66
7	1	6,66
8	6	40,00
9	2	13,36
10	3	20,00
Total	15	100,00

Percebe-se, pela análise dos dados tabulados e pelo cálculo da Média $M = 7,73$ que é relativamente alta a percepção dos elementos do subgrupo para o nível de

retrabalho gerado por falhas identificadas nos projetos básicos referentes às licitações de serviços de manutenção das aeronaves do COMAER.

Na quarta questão abordada pelos questionários dirigidos aos dois subgrupos, foi solicitado que seus elementos ordenassem em uma tabela, segundo suas avaliações, as dez maiores dificuldades com as quais se depararam os agentes da administração responsáveis pela tarefa de elaborar projetos básicos destinados à contratação de serviços de manutenção de aeronaves, nos anos de 2008 e 2009, considerando 1º como o maior grau de dificuldade e 10º como o menor deles.

Para efetuar a tabulação dos dados, foram considerados pesos que variaram de 1 a 10, atribuindo-se peso 10 para a dificuldade ordenada em primeiro lugar, como sendo a sentida com maior intensidade por aqueles elementos, peso 9 para a dificuldade ordenada em 2º lugar, e assim sucessivamente, finalizando com peso 1, atribuído à dificuldade ordenada em 10º lugar, como sendo a menos sentida. A pontuação ponderada dos resultados pode ser visualizada nas tabelas de distribuição de frequência mostradas a seguir:

Tabela 5: Dificuldades sentidas na elaboração de projetos básicos - subgrupo A.

Ordem	Dificuldade	Pontuação	%
1ª	Falta de tempo decorrente do acúmulo de atividades	226	15,80
2ª	Falta de capacitação proporcionada pela OM	207	14,47
3ª	Falta de conhecimento sobre o assunto	192	13,43
4ª	Falta de normatização sobre o assunto	162	11,32
5ª	Falta de uma ferramenta de auxílio	146	10,21
6ª	Dificuldade de dimensionar um valor monetário do H/h	115	8,04
7ª	Dificuldade de dimensionar a quantidade de H/h	112	7,84
8ª	Falta de meios materiais adequados	100	6,99
9ª	Falta de reconhecimento dos superiores	87	6,09
10ª	Falta de motivação	83	5,81
	Total	1.430	100,00

Tabela 6: Dificuldades sentidas na elaboração de projetos básicos - subgrupo B.

Ordem	Dificuldade	Pontuação	%
1ª	Falta de capacitação proporcionada pela OM	125	15,15
2ª	Falta de conhecimento sobre o assunto	117	14,18
3ª	Falta de tempo decorrente do acúmulo de atividades	117	14,18
4ª	Falta de normatização sobre o assunto	97	11,76
5ª	Dificuldade de dimensionar a quantidade de H/h	86	10,44
6ª	Dificuldade de dimensionar um valor monetário do H/h	85	10,30
7ª	Falta de uma ferramenta de auxílio	75	9,09
8ª	Falta de meios materiais adequados	57	6,90
9ª	Falta de reconhecimento dos superiores	40	4,85
10ª	Falta de motivação	26	3,15
	Total	825	100,00

As tabelas foram organizadas por subgrupo, em ordem decrescente de pontuação, de forma a facilitar a visualização das dificuldades consideradas pelos elementos dos dois subgrupos como de maior intensidade, no topo de cada tabela. Verificou-se um resultado bastante semelhante na comparação entre as duas tabelas, indicando ser comum a percepção dos dois subgrupos, no que diz respeito às dificuldades mais sentidas nas tarefas de elaboração de projetos básicos.

A dificuldade apontada pelo subgrupo A como a mais sentida na atividade de elaboração de projetos básicos de manutenção de aeronaves foi a falta de tempo decorrente do acúmulo de atividades, com 15,80 % dos pontos. No que diz respeito ao subgrupo B, a dificuldade mais pontuada, com 15,15% dos pontos, foi a falta de capacitação proporcionada pela OM. Essas constatações sugerem às Administrações dos Parques de Material Aeronáutico uma melhor distribuição das tarefas entre os elementos da área técnica, bem como uma melhor capacitação dos agentes envolvidos nas tarefas de elaboração de projetos básicos.

Na terceira questão abordada pelo questionário dirigido ao subgrupo B, foi solicitado que seus elementos ordenassem em uma tabela, segundo suas avaliações, as falhas mais comuns observadas nos projetos básicos destinados à contratação de serviços de manutenção de aeronaves, elaborados por sua OM nos anos de 2008 e 2009, considerando 1ª como a falha mais comumente verificada nesses documentos e 10ª como a menos encontrada.

Para efetuar a tabulação dos dados, foram considerados pesos que variaram de 1 a 10, atribuindo-se peso 10 para a falha ordenada em primeiro lugar, considerada como a mais comum, peso 9 para a falha ordenada em segundo lugar, e assim sucessivamente. A pontuação ponderada

dos resultados pode ser visualizada nas tabelas de distribuição de frequência mostradas a seguir.

A tabela foi organizada em ordem decrescente de pontuação, de forma a facilitar a visualização da falha considerada pelos elementos do subgrupo como sendo a mais comum, no topo da tabela. A falha apontada pelo subgrupo B como a mais comum foi o detalhamento incompleto do serviço a ser executado, com 16 % dos pontos. Há que se considerar que a falha mais comum apontada, muito provavelmente, ocorre como consequência das principais dificuldades sentidas pelos agentes nas tarefas de elaboração de projetos básicos, já apontadas no presente estudo.

Nas últimas questões abordadas pelos dois questionários, ambas as questões de caráter aberto, foi oportunizado aos elementos dos dois subgrupos emitirem, caso julgassem conveniente, quaisquer considerações acerca do assunto abordado. Dentre as considerações realizadas, mostrou-se como de grande relevância a relatada a seguir, por trazer significativa contribuição para o presente estudo. Foi omitida a identificação por questão de privacidade.

Vejo como interessante a formação de grupos de trabalho, multidisciplinares, para que haja um maior aproveitamento das intelectualidades em prol dos projetos a serem desenvolvidos. (questionário Subgrupo B, 2010)¹.

Portanto, ao analisar os dados tabulados, o autor verificou que as principais dificuldades apresentadas pelos agentes da administração na execução das tarefas de elaboração de projetos básicos são as seguintes: falta de tempo decorrente do acúmulo de atividades; falta de capacitação proporcionada pela OM; falta de conhecimento sobre o assunto; e falta de normatização sobre o assunto.

Tabela 7: Falhas mais comuns observadas nos projetos básicos - subgrupo B.

Ordem	Dificuldade	Pontuação	%
1ª	Detalhamento incompleto do serviço a ser executado	132	16,00
2ª	Pesquisa de mercado incompleta ou inexistente	118	14,30
3ª	Descrição vaga do objeto	107	12,96
4ª	Quantidades subestimadas ou superestimadas	93	11,27
5ª	Condições de execução e prazos mal definidos	87	10,55
6ª	Justificativa da contratação inconsistente ou ausente	72	8,72
7ª	Obrigações das partes mal definidas	69	8,36
8ª	Erros nas unidades de medida ou nos cálculos	60	7,28
9ª	Condições de pagamento mal definidas	52	6,31
10ª	Outras falhas (falta de assinaturas, falta de páginas, etc)	35	4,25
	Total	825	100,00

¹ Informação obtida no questionário do Subgrupo B, aplicado aos agentes da administração relacionados com a condução e fiscalização dos processos licitatórios de contratação de serviços de manutenção de aeronaves.

No que se refere às falhas formais mais comumente observadas nos projetos básicos, sobressaíram as seguintes: detalhamento incompleto do serviço; pesquisa de mercado incompleta ou inexistente; e descrição vaga do objeto.

Os dados levantados pelo autor, apresentados no decorrer deste relatório e analisados no presente capítulo, conduziram-no à consecução do objetivo estabelecido: analisar a influência dos projetos básicos nos processos licitatórios relativos a contratações de serviços de manutenção das aeronaves da FAB, realizadas nos anos de 2008 e 2009.

Ao recordar os fundamentos básicos da TGS de Bertalanffy (2008), verifica-se que os processos licitatórios podem perfeitamente ser considerados como um sistema, por se constituírem de um conjunto de elementos interdependentes e interagentes que formam um todo organizado, e devem ser estudados globalmente, envolvendo todas as interdependências existentes entre suas partes. Estes elementos interdependentes são representados neste estudo pelo projeto básico e pelas demais peças que interagem no processo licitatório, no decorrer de suas fases interna e externa.

Os sistemas não podem ser compreendidos apenas pela análise separada e exclusiva de suas partes, ou seja, não há como se compreender os processos licitatórios, por exemplo, analisando-se os projetos básicos de forma separada e exclusiva, sem levar em conta as interdependências existentes entre este e os demais elementos.

Segundo as bases do globalismo, qualquer estimulação em uma unidade do sistema afetará todas as demais. A partir dessa idéia, torna-se fácil a compreensão de que os projetos básicos são capazes de afetar os respectivos processos licitatórios, uma vez que as fragilidades daqueles documentos promoverão licitações para um contrato indeterminado e impreciso, cujo resultado prático será a absoluta desconexão entre o perfil definitivo da contratação e a licitação originalmente realizada, como afirma Justen Filho (2005).

Sob a ótica da reconhecida ferramenta de abordagem por processos, que permite melhorar continuamente as organizações, torna-se possível compreender que o projeto básico representa um processo dentro de outro processo maior, o processo licitatório. Este, por sua vez, reúne vários outros processos, todos interconectados.

Os FCS, segundo os ensinamentos de Maranhão e Macieira (2004), influenciam diretamente os resultados de desempenho dos processos. A partir dessa afirmação, é lícito concluir que os projetos básicos, ato-condição para a abertura de licitação de serviço, exercem papel de FCS nos respectivos processos licitatórios.

Dessa forma, em atenção ao objetivo estabelecido, os projetos básicos, enquanto FCS, tiveram a capacidade de determinar o êxito dos processos licitatórios relativos a contratações de serviços de manutenção das aeronaves da FAB, realizadas nos anos de 2008 e 2009, afetando diretamente a eficácia e eficiência desses processos.

Por fim, após ter realizado a análise e interpretação dos dados pesquisados, e atingido os objetivos estabelecidos, resta ao autor realizar as considerações conclusivas deste trabalho.

CONCLUSÃO

Ao término desta pesquisa, foi possível concluir que os projetos básicos foram considerados FCS nos processos licitatórios destinados às contratações de serviços de manutenção das aeronaves da FAB, realizadas nos anos de 2008 e 2009, pela capacidade que possuíram de determinar o êxito daqueles processos, afetando diretamente sua eficiência e eficácia.

Um projeto básico incompleto e deficiente promoverá uma licitação que terá como consequência um contrato indeterminado e impreciso, com grande possibilidade de desperdício de recursos públicos, o que contraria o princípio constitucional da eficiência.

Analisados à luz da TGS, os projetos básicos constituem-se em elementos interdependentes e interagentes que, aliados às demais peças que compõem os processos licitatórios, formam um todo organizado e só podem ser compreendidos se estudados globalmente.

Dessa forma, atingiu-se o objetivo estabelecido no início deste trabalho: analisar a influência dos projetos básicos nos processos licitatórios relativos a contratações de serviços de manutenção das aeronaves da FAB, realizadas nos anos de 2008 e 2009.

Para tanto, foram vistos os principais dispositivos legais que fundamentam os processos licitatórios relativos à contratação de serviços de manutenção das aeronaves da FAB: a Constituição da República Federativa do Brasil (BRASIL, 1988); a Lei nº 8.666 (BRASIL, 1993); e a “ICA 66-13: serviços de manutenção nas empresas aeronáuticas” (BRASIL, 2004).

Foram vistos, ainda, os principais dispositivos doutrinários relacionados ao tema desta pesquisa: a divisão do procedimento licitatório em duas fases distintas, com ênfase para a fase interna por se tratar da etapa gestacional do processo; e o princípio constitucional da eficiência, que se relaciona com todos os demais princípios constitucionais, sem se sobrepor a eles, o qual impõe ao administrador público o compromisso com a melhor forma de solução.

Foram identificados os elementos formais que devem constar obrigatoriamente nos projetos básicos de manutenção de aeronaves, de modo a atender aos pré-requisitos legais existentes:

- a) justificativa para a contratação dos serviços;
- b) desenvolvimento da solução escolhida;
- c) soluções técnicas globais e localizadas;
- d) identificação dos tipos de serviços a executar e de materiais e equipamentos a incorporar ao serviço;
- e) informações que possibilitem o estudo e a dedução de métodos construtivos;
- f) subsídios para montagem do plano de licitação e gestão do serviço; e
- g) orçamento detalhado do custo global do serviço.

Os dados dos questionários de pesquisa demonstraram que as principais dificuldades apresentadas pelos agentes da administração na execução das tarefas de elaboração de projetos básicos são as seguintes: falta de tempo

decorrente do acúmulo de atividades; falta de capacitação proporcionada pela OM; falta de conhecimento sobre o assunto; e falta de normatização sobre o assunto.

Apontaram, ainda, as falhas formais mais comumente observadas nos projetos básicos relativos a contratações de serviços de manutenção de aeronaves: detalhamento incompleto do serviço; pesquisa de mercado incompleta ou inexistente; e descrição vaga do objeto.

Por fim, ao concluir este trabalho, com a plena certeza de que o objetivo estabelecido foi plenamente atingido, este autor reforça a relevância do estudo do tema projetos básicos em licitações para manutenção de aeronaves, dada a elevada quantidade de recursos financeiros que a atividade de suporte logístico demanda, bem como por serem imprescindíveis à garantia do pronto emprego dos meios aeroespaciais nas operações militares, em tempo de paz e de guerra.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9000**: sistemas de gestão da qualidade - fundamentos e vocabulário. Rio de Janeiro, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9001**: sistemas de gestão da qualidade - requisitos. Rio de Janeiro, 2000.

BERTALANFFY, L. **Teoria geral dos sistemas**. 4. ed. Petrópolis: Vozes, 2008.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Diretoria de Material Aeronáutico e Bélico. **ICA 66-13**: serviços de manutenção nas empresas aeronáuticas. Rio de Janeiro, 2004.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil, de 05 de outubro de 1988. Brasília, DF, 1988.

BRASIL. Lei Federal nº 8.666, de 21 de junho de 1993. Lei de Licitações. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1993.

BRASIL. **Manual de licitações e contratos do Tribunal de Contas da União**: orientações básicas. 3. ed. Brasília, DF, 2006.

CHIAVENATO, I. **Introdução à teoria geral da administração**. 7. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

CRETELLA JÚNIOR, J. **Das licitações públicas**. 18. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2006.

GOMES, M. P. **Construindo soluções acadêmicas**: monografias, dissertações e teses do projeto à defesa. 2. ed. Rio de Janeiro: UNIFA, 2007.

JUSTEN FILHO, M. **Comentários à lei de licitações e contratos administrativos**. 11. ed. São Paulo: Dialética, 2005.

MARANHÃO, M.; MACIEIRA, M. E. B. **O processo nosso de cada dia**: modelagem de processos de trabalho. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

MEIREILLES, H. L. **Direito administrativo brasileiro**. 19. ed. São Paulo: Malheiros, 1994.

PEREIRA JÚNIOR, J. T. **Comentários à lei das licitações e contratações da administração pública**. 6. ed. Rio de Janeiro: Renovar, 2003.

Teor Nutricional de Lanches de Bordo na Força Aérea Brasileira

Nutrition facts of the meals on board in the Brazilian Air Force

Valor nutricional de meriendas de borde en la Fuerza Aérea Brasileña

Capitão Aviador Régis Vinícius Silva Barreto

Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica - EAOAR/RJ - Rio de Janeiro - RJ
reeegis@ig.com.br

RESUMO

Cuidado com a alimentação é um fator que tem recebido grande importância nos dias atuais. Investimentos enormes são necessários para deixar aeronavegantes em condições de operacionalidade e, portanto, a saúde destes trabalhadores não deve ser deixada em segundo plano. Durante as missões que executam, esses militares consomem, frequentemente, lanches de bordo para substituir refeições ou como alimentação extra ao longo do dia. O presente trabalho tem como objetivo analisar o teor nutricional dos lanches de bordo oferecidos pela FAB (Força Aérea Brasileira), consumidos, seja em substituição a uma das três principais refeições diárias ou como alimentação extra, durante o período de junho de 2009 a junho de 2010. Este estudo baseou-se na corrente teórica que faz referência às necessidades nutricionais de um indivíduo, por intermédio de diretrizes estabelecidas em diversos países, as quais são ratificadas pelo Brasil através do Guia Alimentar para a População Brasileira, do Ministério da Saúde. No levantamento de dados, foi feita coleta por amostragem de lanches de bordo oferecidos nas diversas unidades da Força, distribuídas em todas as regiões do país. Os dados da pesquisa foram tabulados em *Software Excel*, da *Microsoft®*, analisados e interpretados, sendo constatadas condições de excesso ou insuficiência de nutrientes e algumas das suas possíveis consequências à saúde dos aeronavegantes. Esses resultados são importantes para que informações estejam disponíveis no intuito de conscientizar tripulantes e administradores da necessidade de um correto balanceamento nutricional.

Palavras-chave: Lanche de bordo. Valor Nutricional. Aeronavegantes. FAB.

Recebido / Received / Recebido
13/01/11

Aceito / Accepted / Acepto
30/03/11

ABSTRACT

Caution attention with feeding is a factor that has been receiving a great detach importance nowadays in the current days. Enormous investments are necessary to leave airmen in operational conditions and, therefore, these workers' health should not be left in second plan. During the missions that they perform, these soldiers, frequently, eat boarding snacks in order to replace meals or as extra food throughout the day. This work has as objective analyze the nutritional value of the on boarding snacks offered by FAB (Brazilian Air Force), consumed in substitution to one of the three main daily meals or as extra feeding, during the period of June of 2009 to June of 2010. This study based on the theoretical current that it makes reference to an individual's nutritional needs, through established guidelines in several countries, which are ratified by Brazil through the Dietary Guidelines for the Brazilian Population, of Ministry of Health. In the rising of data, the collection was made by sampling of boarding snacks offered in the several units of the Force distributed in all of the areas of the country. The data of the research were tabulated in Software Excel, of Microsoft®, analyzed and interpreted, being verified irregular nutritional conditions in function of excesses or inadequacy of nutrients and some of their possible consequences to the health of the crew members airmen. Those results are important so that the information to be available to become aware crew members and administrators of the need of a correct nutritional swinging.

Keywords: Boarding snack. Nutritional value. Airmen. FAB.

RESUMEN

Cuidado con la alimentación es un asunto que recibe gran importancia en los días actuales. Inversiones enormes son necesarias para dejar los que trabajan en aeronaves en condiciones de operabilidad y, por lo tanto, la salud de estos trabajadores no debe ser dejada en segundo plano. Durante las misiones que ejecutan, esos militares consumen, frecuentemente, meriendas de borde para sustituir comidas o como alimentación extra a lo largo del día. El presente trabajo tiene como objetivo analizar el valor nutricional de las meriendas de borde ofrecidas por FAB (Fuerza Aérea Brasileira), consumidos, sea en sustitución a una de las tres principales alimentaciones diarias o como extras, durante el período de junio de 2009 a junio de 2010. Este estudio se basó en la corriente teórica que hace referencia a las necesidades nutricionales de un individuo, por intermedio de directrices establecidas en diversos países, a las cuales son ratificadas por Brasil a través del Guía de alimentos para la población brasileira, de Ministerio de la Salud. En el levantamiento de datos, fue hecha colecta por muestras de meriendas de borde ofrecidos en las diversas unidades de la Fuerza, distribuidas en todas las regiones del país. Los datos de la pesquisa fueron tabulados en Software Excel, de Microsoft®, analizados e interpretados, siendo constatadas condiciones de exceso o insuficiencia de nutrientes y algunas de sus posibles consecuencias a la salud de los pilotos. Esos resultados son importantes para que informaciones estén disponibles en el intuito de concienciar tripulantes y administradores de la necesidad de un correcto balance nutricional.

Palabras-clave: Merienda de borde. Valor Nutricional. Tripulantes. FAB.

INTRODUÇÃO

A demanda crescente da sociedade por informações confiáveis acerca da propriedade nutricional dos alimentos e seus derivados industriais tem trazido à baila um importante debate sobre quais seriam as quantidades ideais a serem consumidas, de forma a não prejudicar a saúde das pessoas quando ingeridas a menos ou em excesso.

A alimentação do dia a dia é constituída por vários componentes nutricionais, dentre eles: carboidratos, lipídios e proteínas. Nessa ótica, o Guia Alimentar para a População Brasileira estabelece parâmetros de composição para que haja uma alimentação diária balanceada.

A Força Aérea Brasileira (FAB) disponibiliza lanches de bordo por intermédio de suas Bases Aéreas distribuídas pelo país, objetivando que tripulantes envolvidos em missões, com razoável tempo de duração, possam ter alimentação alternativa durante a atividade operacional.

Durante o período de junho de 2009 a junho de 2010, muitos tripulantes consumiram os diferentes lanches de bordo oferecidos pelas Bases Aéreas espalhadas pelo território brasileiro, seja em substituição a uma das três refeições principais (desjejum, almoço ou jantar) ou como alimentação extra.

No contato informal, ao serem questionados a respeito, muitos militares corroboram o pensamento de que os lanches de bordo oferecidos pela FAB, de modo

geral, além de insuficientes para saciar a fome, podem até ser prejudiciais à saúde. Levam em consideração para esta opinião a suposta necessidade de substituição de alguma das três refeições diárias principais pelos lanches e a aparente inadequação nutricional dos mesmos, em função dos alimentos e produtos industrializados que os compõem.

Uma hipótese que pode ilustrar o porquê de muitos aeronavegantes terem esse tipo de opinião é, por exemplo, o fato de ser oferecido um lanche de bordo que contém um misto frio (pão de forma com uma fatia de queijo), um pequeno pacote de biscoitos salgados, um chocolate, uma caixinha de suco industrializado e um refrigerante, às 11h da manhã. Para uma tripulação que terá uma etapa de voo de 3h ou mais, será que esse lanche é capaz de substituir o almoço no aspecto nutricional? Melhor esclarecendo, será que ao substituir o almoço por este lanche pode estar havendo carência ou excesso nutricional? Quais as consequências à saúde dos aeronavegantes que podem advir de possíveis excessos ou carências nutricionais oriundos deste tipo de lanche?

No intuito de facilitar o transcorrer deste trabalho, faz-se necessário explorar o seguinte problema: "Qual o possível impacto do teor nutricional dos lanches de bordo oferecidos pela FAB na saúde dos aeronavegantes?"

Ao responder o problema supra referido, este trabalho reveste-se de importância na medida em que desperta o interesse, na Força Aérea, de conhecer o teor nutricional dos lanches de bordo oferecidos pela FAB e o seu possível impacto na saúde dos aeronavegantes, tendo-se em vista o consumo frequente desse tipo de alimentação alternativa durante as atividades operacionais.

Portanto, nessa ótica, o presente artigo científico está inserido na linha de pesquisa sobre Medicina Aeroespacial e tem como tema "teor nutricional de lanches de bordo oferecidos pela FAB durante o período de junho de 2009 a junho de 2010". Esse período foi escolhido pelo fato de que os lanches de bordo coletados para análise foram obtidos exatamente neste lapso temporal e ainda no intuito de possibilitar que o artigo seja feito com lanches atuais.

Nesse ínterim, alguns pontos carecem de esclarecimentos, como quais as quantidades, em gramas, de carboidratos, proteínas e lipídios presentes nos lanches de bordo analisados e, ainda, quais as quantidades referenciais de nutrientes para as três principais refeições diárias (desjejum, almoço e jantar) e como alimentação extra.

Dessa forma, o objetivo desta pesquisa será analisar o teor nutricional dos lanches de bordo oferecidos pela FAB, durante o período de junho de 2009 a junho de 2010, quando em substituição a uma das três

refeições principais diárias ou como alimentação extra.

Cabe ressaltar que, toda vez que houver o tratamento sobre o teor de lipídios, deve-se subentender como sendo de gorduras e vice-versa.

Dentro desse contexto, especial importância deve ser dada à alimentação dos aeronavegantes, uma vez que valores consideravelmente altos são investidos na formação e especialização desses profissionais, na compra e manutenção dos equipamentos que ficam sob a responsabilidade direta desses militares e, principalmente, por se tratar de vidas que se responsabilizam por outras, em virtude do exercício da profissão.

Destarte, é fundamental que informações estejam disponíveis, mesmo que em nível de artigo científico, no intuito de conscientizar ou relembrar tripulantes e administradores da necessidade de um correto balanceamento nutricional.

No capítulo seguinte, houve a busca de uma explicação objetiva e rigorosa de todas as ações desenvolvidas nesta pesquisa, apresentando o universo da doutrina literária preponderante e as formas de coleta e tratamento dos dados.

1 METODOLOGIA

Com o propósito de apresentar os detalhes desta pesquisa, buscou-se conhecer a base de classificação, que pode ser de acordo com os objetivos e, também, em função dos procedimentos técnicos utilizados.

Este artigo científico é classificado, quanto aos objetivos, segundo Gil (2007), como descritivo, uma vez que busca a análise dos teores de carboidratos, proteínas e lipídios presentes nos lanches de bordo da FAB, correlacionando estas variáveis com quantidades ideais de nutrientes necessárias para substituir uma das três refeições diárias principais ou complementá-las e, dessa forma, tendendo a verificar a qualidade nutricional desse tipo de alimentação e o seu possível impacto na saúde dos aeronavegantes.

No que tange aos procedimentos técnicos utilizados, ainda segundo Gil (2007), esta pesquisa é classificada como de levantamento, haja vista a realização de um levantamento de dados, por amostragem, no qual foram coletados e analisados lanches de bordo de diferentes unidades da FAB, totalizando 10 (dez) lanches obtidos pelo pesquisador, seja através de viagens a serviço ou por solicitações motivadas por este artigo.

Houve a intenção de buscar amostragens de forma bem distribuída em relação às regiões do país. Todavia, foi dado maior enfoque à Região Sudeste pelo maior volume de vôos e, conseqüentemente, pela maior demanda que há nessa região quanto à necessidade de lanches

de bordo. Dessa forma, foram coletados 2 lanches da Região Norte, 2 lanches da Região Nordeste, 2 lanches da Região Sul, 3 lanches da Região Sudeste e 1 lanche da Região Centro-Oeste.

Para registrar possíveis opiniões, foi feito um questionário com os quesitos saciedade e adequação nutricional, entre 65 aeronavegantes presentes na Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica (EAOAR), na condição de oficiais-alunos do segundo semestre do ano de 2010. Dos 65 militares consultados, 21 (32%) responderam que os lanches não saciam a fome e 60 (92%) responderam que acham os lanches de bordo nutricionalmente inadequados.

Foi realizada a análise dos lanches de bordo com base nos teores de carboidratos, proteínas e lipídios encontrados, considerando as possibilidades de consumo do lanche quando em substituição a uma das três refeições principais ou como alimentação extra. Logo após, foi verificado se havia algum excesso ou déficit dos nutrientes referidos, quando comparados às recomendações máximas diárias do Guia Alimentar para a População Brasileira.

Outrossim, foram relatadas algumas importantes consequências para a saúde, em função de excessos ou carências relativos aos nutrientes elencados nesta pesquisa.

Dadas as restrições de tempo e espaço nesse trabalho para relatar as subdivisões dos nutrientes analisados, ou seja, a separação em função dos tipos de gorduras (saturadas, monoinsaturadas, polinsaturadas, trans e colesterol) e carboidratos (simples e complexos), todos os cálculos das proporções nutricionais presentes nos lanches foram processados em valores totais.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) especifica, por intermédio da Resolução - RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003, que nos rótulos de alimentos e bebidas embalados devem constar informações nutricionais relativas a: valor energético, carboidratos, proteínas, gorduras totais, gorduras saturadas, gorduras trans e sódio. Portanto, no que concerne aos carboidratos, não há obrigatoriedade de separação entre simples e complexos. Contudo, resta explicar que seria necessária uma análise físico-química, mais demorada e complexa, para que fosse possível esmiuçar as quantidades subdivididas de gorduras dos lanches em pauta, motivo pelo qual o cálculo foi feito em valores gerais.

Em consonância com o acima exposto, o exame nutricional dos componentes dos lanches de bordo foi feito por uma nutricionista¹ pelo método de análise qualitativa. Para a base de cálculo, foi utilizada a Tabela

Brasileira de Composição de Alimentos (TACO) como fonte principal. Os alimentos que não foram encontrados na TACO tiveram seu valor nutricional retirado diretamente dos rótulos dos produtos. Desse modo, foi dada especial atenção ao teor nutricional de carboidratos, lipídios e proteínas, em valores totais, o que possibilitou a principal fundamentação deste artigo.

Por fim, os dados foram organizados e tabulados através do *Software Excel da Microsoft, versões 2003 e 2007*, no qual foram discriminadas as quantidades, em gramas, de carboidratos, lipídios e proteínas, permitindo a comparação direta do que é oferecido nos lanches analisados e o que seria o ideal, segundo o Manual de Alimentação das Forças Armadas e o Guia Alimentar para a População Brasileira, quando os lanches substituam algumas das três refeições principais (desjejum, almoço ou jantar) ou, ainda, quando forem consumidos como alimentação extra.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este trabalho científico tem como base a corrente literária que faz referência às necessidades nutricionais de um indivíduo, por intermédio das diretrizes estabelecidas em diversos países e também seguidas pelo Brasil, como bem justifica o Guia Alimentar para a População Brasileira através do Princípio da Originalidade, suficiente para esclarecer o porquê da adoção da supracitada vertente doutrinária:

O princípio da originalidade – um guia brasileiro
Este guia contém as primeiras diretrizes alimentares oficiais para o Brasil e para os brasileiros. É um guia para a população brasileira, com base em alimentos do Brasil e fundamentado em sua cultura alimentar. A ciência em que se baseiam as diretrizes é, com certeza, universal e os objetivos e orientações utilizam, como pilares, as recomendações e os textos de apoio recentemente publicados em documentos internacionais. [...] Este guia assemelha-se, no desenvolvimento de seus princípios, com outros recentemente produzidos em muitos países da América Latina [...] e em outras partes do mundo. (BRASIL, 2006, p. 33)

De acordo com as diretrizes doutrinárias adotadas pelo Brasil e delimitadas no documento nomeado como Guia Alimentar para a População Brasileira, publicado pelo Ministério da Saúde, a estimativa da necessidade de energia diária para um brasileiro saudável é de 2000 quilocalorias (kcal) e as porções com valores consideravelmente diferentes devem ser calculadas, individualmente, por nutricionista.

É importante destacar que os carboidratos, proteínas e lipídios presentes nos lanches de bordo analisados estão diretamente ligados ao Valor Energético Total (VET)

¹ A nutricionista responsável pela análise dos lanches foi Fabiana Motta Barroso, CRN-1 6451.

diário de calorias, pois este vai determinar a quantidade de alimentos que poderão ser consumidos, em função das proporções recomendadas de cada um dos nutrientes em tela.

Para tratar do assunto, o Guia Alimentar para a População Brasileira específica, proporcionalmente, as quantidades percentuais de carboidratos, lipídios e proteínas a serem consumidos em uma dieta:

As evidências científicas mais recentes estabelecem as seguintes recomendações para a participação dos macronutrientes (carboidratos, gorduras e proteínas) no valor energético total (VET) da alimentação, que são levadas em conta neste guia para as diretrizes aqui estabelecidas:

Carboidratos totais: 55% a 75% do valor energético total (VET). Desse total, 45% a 65% devem ser provenientes de carboidratos complexos e fibras e menos de 10% de açúcares livres (ou simples) como açúcar de mesa, refrigerantes e sucos artificiais, doces e guloseimas em geral.

Gorduras: 15% a 30% do valor energético total (VET) da alimentação. As gorduras (ou lipídios) incluem uma mistura de substâncias com alta concentração de energia (óleos e gorduras), que compõem, em diferentes concentrações e tipos, alimentos de origem vegetal e animal. São componentes importantes da alimentação humana, pois são fontes de energia; contudo, o consumo excessivo de gorduras saturadas está relacionado a várias doenças crônicas não-transmissíveis (doenças cardiovasculares, diabetes, obesidade, acidentes cerebrovasculares e câncer).

Proteínas: 10% a 15% do valor energético total (VET). São componentes dos alimentos de origem vegetal e animal que fornecem os aminoácidos, substâncias importantes e envolvidas em praticamente todas as funções bioquímicas e fisiológicas do organismo humano. As fontes alimentares mais importantes são as carnes em geral, os ovos e as leguminosas (feijões). (BRASIL, 2006, p. 43)

Nestes termos e em consonância com os percentuais referidos, ainda cabe explicar que caloria é a unidade de medida da energia gasta pelo corpo humano em suas atividades metabólicas e físicas ou o teor de energia proporcionado pelos alimentos quando ingeridos. Para ser mais específico, deve-se considerar 4 kcal/g para proteínas e carboidratos e 9 kcal/g para lipídios (gorduras).

Portanto, uma vez definidos os intervalos de 55 a 75% do VET (2000 kcal) para carboidratos, 15 a 30% do VET para gorduras e 10 a 15% para

proteínas, verifica-se, por proporcionalidade, que são recomendadas quantidades calóricas de 1100 a 1500 kcal de carboidratos, 300 a 600 kcal de gorduras e 200 a 300 kcal de proteínas. Dessa forma, ao serem divididas estas calorias pelos teores de energia proporcionados pelos carboidratos, gorduras e proteínas (4 kcal/g para proteínas e carboidratos, 9 kcal/g para lipídios), verificar-se-ão que as recomendações diárias, em unidade de massa, para os mesmos nutrientes são: 275 a 375 gramas de carboidratos, 33 a 67 gramas de gorduras e 50 a 75 gramas de proteínas por dia.

O Manual de Alimentação das Forças Armadas, Portaria Normativa nº219/MD, de 12 de fevereiro de 2010, estabelece como parâmetros de distribuição do valor calórico total diário (VET) os percentuais de 15% para o desjejum, 45% para o almoço, 40% para o jantar e 5% a 10% do VET quando um lanche for oferecido, devendo ser abatido o percentual referente ao lanche do almoço ou jantar. Sendo assim, cabe também o raciocínio da respectiva divisão em valores calóricos, ou seja, 300 kcal para o desjejum, 900 kcal para o almoço, 800 kcal para o jantar e, no máximo, 200 kcal para um lanche, caso seja consumido, tudo em função de uma dieta de 2000 kcal/dia.

Portanto, para efeito de cômputo e possibilidade de equivalência nesta pesquisa, foram considerados os limites diários mínimos e máximos, em gramas, conforme discrimina a tabela abaixo:

Quanto às benesses de uma alimentação saudável, o Guia Alimentar para a População Brasileira explica:

A alimentação, quando adequada e variada, previne as deficiências nutricionais e protege contra as doenças infecciosas, porque é rica em nutrientes que podem melhorar a função imunológica. Pessoas bem alimentadas são mais resistentes às infecções [...]. Uma alimentação saudável contribui também para a proteção contra as doenças crônicas não-transmissíveis (DCNT) e potencialmente fatais, como diabetes, hipertensão, acidente vascular cerebral, doenças cardíacas e alguns tipos de câncer, que, em conjunto, estão entre as principais causas de incapacidade e morte no Brasil e em vários outros países. Essa proteção é devida a três fatores inter-relacionados:

1) O consumo de uma diversidade de nutrientes que protegem e mantêm o funcionamento adequado do organismo.

Tabela 1: valores referenciais.

Componentes	VET (2000 kcal)	Desjejum 15% VET (300 kcal)	Almoço 45%VET (900 kcal)	Jantar 40%VET (800 kcal)	Extra 10%VET (200 kcal)
Proteínas (10 a 15% VET)	50 a 75g	8 a 11g	23 a 34g	20 a 30g	5 a 8g
Carboidratos (55 a 75% VET)	275 a 375g	41 a 56g	124 a 169g	110 a 150g	28 a 38g
Lipídios (15 a 30% VET)	33 a 67g	5 a 10g	15 a 30g	13 a 27g	3 a 7g

Fontes: (BRASIL, 2010) para proporções do VET de desjejum, almoço, jantar e alimentação extra; (BRASIL, 2006) para proporções do VET de proteínas, carboidratos e lipídios.

2) A reduzida quantidade de gorduras saturadas, gorduras totais, açúcares, sal e álcool, componentes relacionados ao aumento de risco de DCNT.

3) A baixa concentração energética que previne o excesso de peso e a obesidade, que, por sua vez, aumentam o risco de outras doenças crônicas não transmissíveis. (BRASIL, 2006, p. 42)

Em consonância com o exposto acima, faz-se importante justificar que o referencial teórico será basicamente a doutrina literária estrangeira, a qual o Brasil segue por intermédio do Guia Alimentar para a População Brasileira e que o Ministério da Defesa também identifica, através do Manual de Alimentação das Forças Armadas, estabelecendo um padrão de consumo diário em termos de carboidratos, proteínas e lipídios.

A partir dessa contextualização, o próximo capítulo objetiva destacar algumas possíveis consequências na saúde dos seres humanos, quando não observadas as quantidades diárias recomendadas para ingestão de lipídios, carboidratos e proteínas.

3 INGESTÃO IRREGULAR DE LIPÍDIOS, CARBOIDRATOS E PROTEÍNAS

Para uma explicação e reflexão sobre as consequências da ingestão irregular dos nutrientes analisados nesta pesquisa (gorduras ou lipídios, carboidratos e proteínas), o texto subsequente pretende destacar algumas possibilidades de efeitos prejudiciais à saúde, no que concerne ao consumo desses em quantidades excessivas ou insuficientes.

Conforme disciplina o Guia Alimentar para a População Brasileira (2006, p. 43), “o consumo excessivo de gorduras saturadas está relacionado a várias doenças crônicas não-transmissíveis (doenças cardiovasculares, diabetes, obesidade, acidentes cerebrovasculares e câncer)”.

O carboidrato, quando consumido, inicialmente fica armazenado nos músculos e no fígado. Caso haja exagero na quantidade, isso pode contribuir para o aumento do risco de doenças crônicas não-transmissíveis e cáries. O corpo passa então a metabolizá-lo transformando o excesso em tecido adiposo, o que pode contribuir para o ganho de peso e até obesidade, fator que concorre para o aparecimento de doenças cardíacas. (MAHAN; ESCOTT-STUMP, 2010)

Segundo o Guia Alimentar para a População Brasileira (BRASIL, 2006, p. 81), “embora a alimentação com alto teor de carboidratos simples aumente a quantidade de glicose sanguínea, ela não é causa direta do diabetes ou das doenças do coração [...], mas pode ser fator de risco para câncer do cólon”.

Muitos problemas renais e hepáticos têm origem no consumo exagerado de proteína, além de já estar comprovado que altas quantidades diárias em relação à ingestão recomendada não contribuem para o aumento direto da massa muscular. Os excessos de proteínas, em diversos casos, são transformados em gorduras que ficam acumuladas no tecido adiposo, o que concorre para o surgimento de doenças cardiovasculares. Além disso, o sistema renal é exigido acima do normal para metabolizar toda a quantidade excedente de proteína consumida, podendo ocasionar patologias crônicas, pois as substâncias extras não aproveitadas no metabolismo serão eliminadas através da urina. (GUYTON, 1996)

A falta de proteínas ocasiona atrofiamento (falta de desenvolvimento) dos músculos, aumento do ventre (pela retenção de líquidos), diminuição na resistência às doenças e prejuízo intelectual. (CUPPARI, 2005)

As gorduras possuem papel fundamental na absorção de vitaminas. A carência significativa de gorduras pode provocar hipovitaminose, emagrecimento, desnutrição e, por consequência, diminuição de resistência do organismo. (MAHAN; ESCOTT-STUMP, 2010).

A deficiência de carboidrato pode trazer fraqueza e desnutrição, além de fazer com que o corpo passe a utilizar outras fontes de energia provenientes das proteínas e lipídios. O desvio das proteínas de suas funções vitalmente importantes afeta a manutenção de defesas imunológicas do corpo (SIZER; WHITNEY, 2003).

Tendo-se em pauta os carboidratos, lipídios e proteínas, é possível visualizar graficamente quanto o consumo de cada lanche de bordo representa, em gramas, em relação ao recomendado, por dia, para desjejum, almoço, jantar ou alimentação extra, de acordo com uma dieta de 2000 kcal.

4 ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS

A análise foi realizada com a tabulação dos dados obtidos usando o *Software Excel da Microsoft*, levando em consideração os valores contidos nas tabelas de 2 a 11, constantes no anexo A.

Os 10 (dez) lanches analisados foram fotografados, conforme anexo, para uma melhor visualização dos alimentos oferecidos e nominados como números de 1 a 10, de modo que fosse preservada a imagem das unidades fornecedoras para quaisquer aspectos negativos colocados em destaque, ou seja, este trabalho não visa apontar qual unidade está melhor ou pior no que tange à oferta dos lanches de bordo e simplesmente analisar o teor nutricional dos mesmos quando oferecidos pela FAB em período pré-definido.

Sendo assim, foi realizada a análise pela nutricionista do teor nutricional dos lanches de bordo, onde foram utilizados como parâmetros a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO) e o Guia Alimentar para a População Brasileira. Dessa forma, os lanches tiveram suas composições nutricionais calculadas tendo por base a estimativa da necessidade de energia diária para um brasileiro saudável (2000 kcal).

Caso os lanches analisados fossem consumidos para substituir um café-da-manhã, tendo-se em tela o valor calórico ideal de 300 kcal (correspondente a 15% de uma dieta de 2000 kcal) e os limites de proporcionais de 8 a 11g de proteínas, 41 a 56g de carboidratos e 5 a 10g de lipídios para esta refeição, verificar-se-iam as seguintes condições:

Quando consumidos em substituição ao café-da-manhã, todos os lanches extrapolaram as faixas recomendadas de carboidratos e lipídios. Com relação às proteínas, somente o lanche de número 3 não ultrapassou o limite máximo de 11g. Dessa forma, a média dos

lanches ficou em 14g de proteína, 126g de carboidratos e 21g de lipídios, contra os valores ideais que seriam de 8 a 11g de proteína, 41 a 56g de carboidratos e 5 a 10g de lipídios. As quantidades médias de proteínas, carboidratos e lipídios representaram, respectivamente, 127%, 225% e 210% em relação ao máximo sugerido diariamente. Considerando ainda os valores expoentes, o lanche 5 apresentou 164g de carboidratos contra 56g de valor máximo e 32g de lipídios contra 10g de valor máximo; os lanches 9 e 10 apresentaram 19g de proteínas contra 11g de valor máximo, Esses valores representam, respectivamente, 292,85%, 320% e 172,7% das quantidades máximas referenciadas.

Quando os lanches substituíam um almoço, tendo-se como referência o valor calórico ideal de 900 kcal (correspondente a 45% de uma dieta de 2000 kcal) e os limites proporcionais de 23 a 34g de proteínas, 124 a 169g de carboidratos e 15 a 30g de lipídios para esta refeição, verificavam-se as seguintes condições:

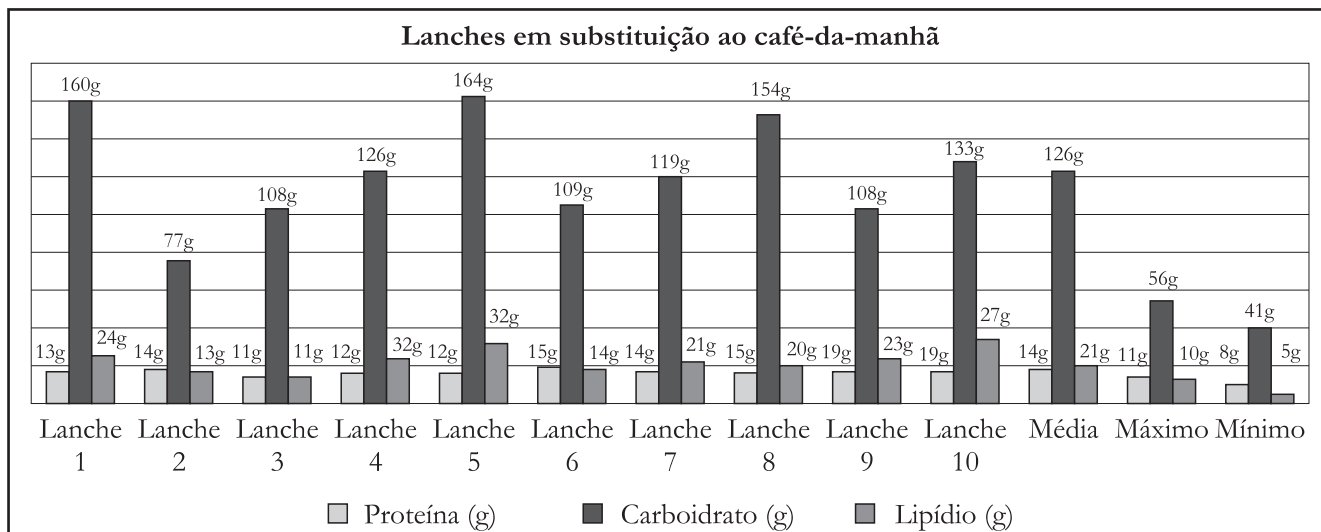


Figura 1: Lanches em comparação à recomendação diária para desjejum (300 kcal).

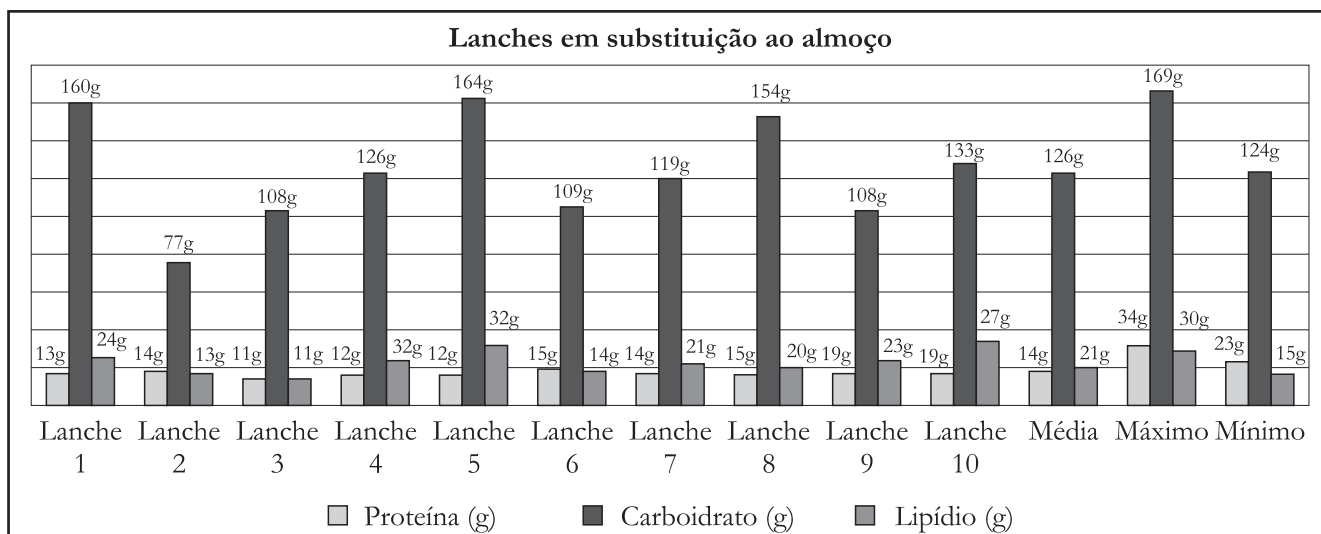


Figura 2: Lanches em comparação à recomendação diária para o almoço (900 kcal)

De acordo com a média dos lanches, quando consumidos em substituição ao almoço, a quantidade de proteínas (14g) está aquém do mínimo recomendado (23g), representando 60,8% do referencial mínimo; os carboidratos (126g) e os lipídios (21g) estão dentro dos intervalos aceitáveis, respectivamente, de 124 a 169g e 15 a 30g. Considerando os valores extremos, o lanche 2 apresentou 77g de carboidratos contra 124g de valor mínimo, o lanche 3 apresentou 11g de proteínas contra 23g de valor mínimo e 11g de lipídios contra 15g de valor mínimo, o que representa, respectivamente, 62,1%, 47,8% e 73,3% das quantidades referenciadas.

Ao substituírem um jantar, tendo-se como referência o valor calórico ideal de 800 kcal (correspondente a 40% de uma dieta de 2000 kcal) por lanche e os limites proporcionais de 20 a 30g de proteínas, 110 a 150g de carboidratos e 13 a 27g de lipídios para esta refeição, verificar-se-iam as seguintes condições:

Considerando a média dos lanches, quando estes forem consumidos em substituição ao jantar, é possível verificar que a quantidade de proteínas (14g) está abaixo do mínimo indicado (20g), representando apenas 70% do valor recomendado; os carboidratos (126g) e os lipídios (21g) estão dentro das margens estabelecidas, respectivamente, de 110 a 150g e 13 a 27g. Quanto aos valores mais divergentes, o lanche 2 apresentou 77g de carboidratos contra 110g de valor mínimo, o lanche 3 apresentou 11g de proteínas contra 20g de valor mínimo e 11g de lipídios contra 13g de valor mínimo, isso representou, respectivamente, 70%, 55% e 84,6% das quantidades referenciadas.

Por fim, quando os lanches eram consumidos como alimentação extra, tendo-se como referência o valor calórico máximo de 200 kcal (correspondente a 10% de uma dieta de 2000 kcal) e os limites proporcionais de 5 a 8g de proteínas, 28 a 38g de carboidratos e 3 a 7g de lipídios, verificavam-se as seguintes condições:

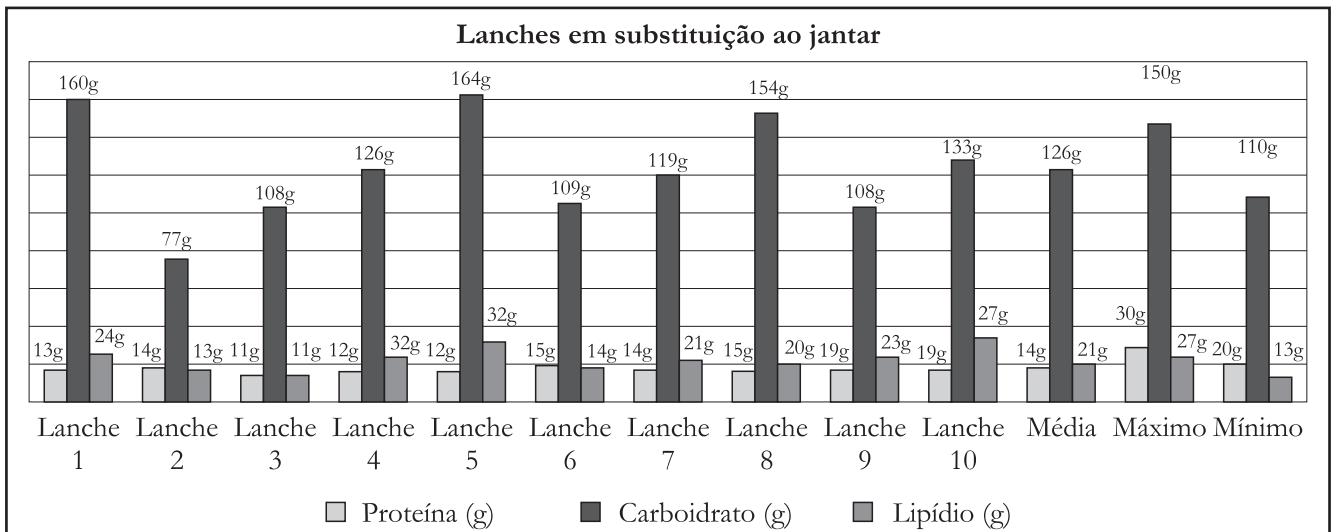


Figura 3: Lanches em comparação à recomendação diária para o jantar (800 kcal).

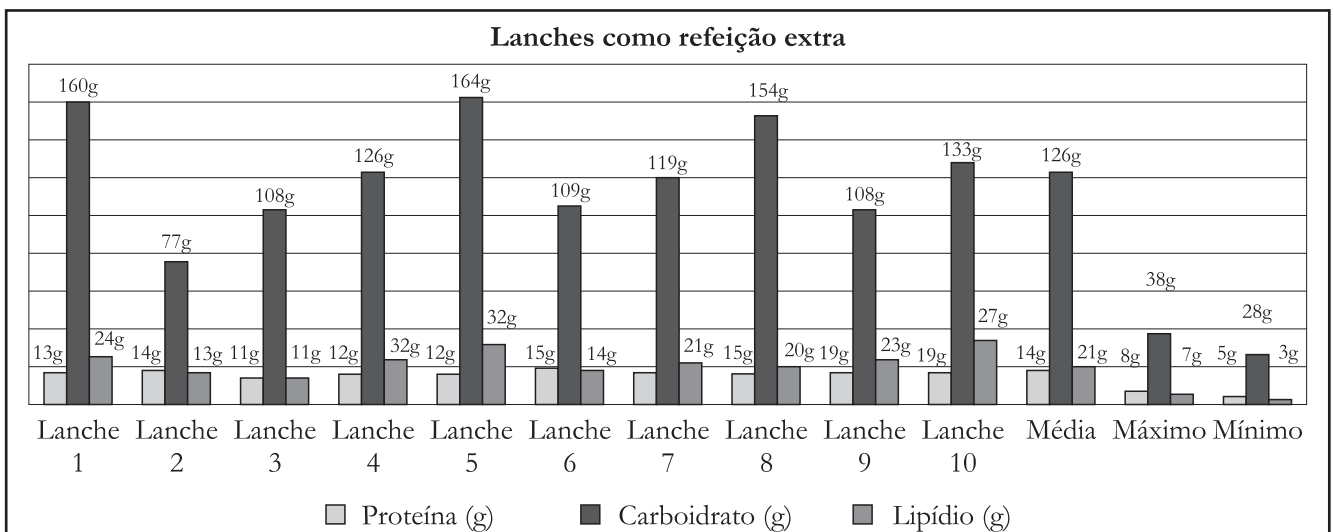


Figura 4: Lanches como refeição extra (200 kcal).

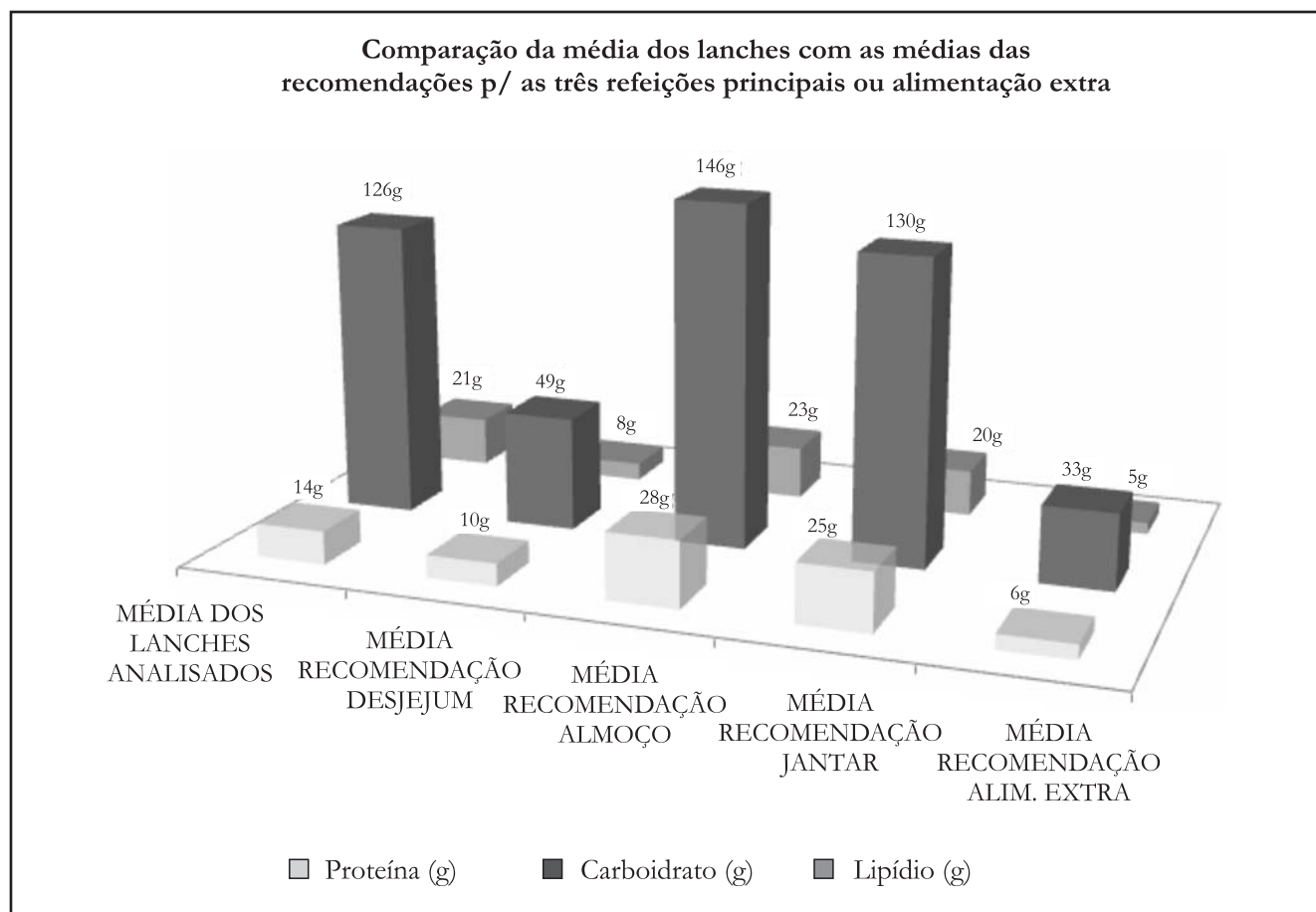


Figura 5: Média dos lanches comparada às médias das recomendações diárias.

Observando-se a média dos lanches na hipótese de consumo como alimentação extra, tem-se a quantidade de 14g proteínas, 126g carboidratos e 21g lipídios, contra os valores ideais que seriam, no máximo, 8g de proteína, 38g de carboidratos e 7g de lipídios. Nessa condição, há um grande excesso, pois as quantidades representam, respectivamente, 175%, 331,5% e 300% das máximas recomendadas diariamente para proteínas, carboidratos e lipídios. Considerando os valores mais díspares, as discrepâncias ficaram ainda piores, visto que o lanche 5 apresentou 164g de carboidratos contra 38g de valor máximo, 32g de lipídios contra 7g de valor máximo e os lanches 9 e 10 apresentaram 19g de proteínas contra 8g de valor máximo, o que representa, respectivamente, 431,5%, 457,1% e 237,5% das quantidades referenciadas.

Na figura 5, houve a intenção de comparar e proporcionar a visualização gráfica dos nutrientes englobados nesta pesquisa, contrapondo a média dos lanches analisados com as médias das recomendações diárias para desjejum, almoço, jantar e alimentação extra. Houve ainda a preocupação de especificar os valores de referência, em gramas, tendo-se em vista cada suposta refeição a ser substituída pelos lanches de bordo.

CONCLUSÃO

O lanche de bordo é um investimento ínfimo quando comparado ao custo das horas de voo das aeronaves da FAB, da formação técnica dos aeronavegantes e também da importância que deve ser dada ao bom estado fisiológico desses profissionais, em virtude de terem a responsabilidade de conduzir pessoas e equipamentos da Nação Brasileira. Nessa ótica, o fator motivador da inquietação desse pesquisador foi a vontade de conhecer o teor nutricional dos lanches de bordo da Força e qual seu possível impacto na saúde dos aeronavegantes, levando-se em consideração que a opinião informal desses militares reflete a idéia de inadequação nutricional dos lanches atualmente oferecidos pelas unidades espalhadas no país.

Em consonância com a inquietação citada, o problema desta pesquisa foi formulado: qual o possível impacto do teor nutricional dos lanches de bordo oferecidos pela FAB na saúde dos aeronavegantes?

Logo, verificou-se que o lanche de bordo oferecido pela FAB, em média, extrapola as recomendações nutricionais quando em substituição ao café-da-manhã

(desjejum), podendo, nesse caso, serem consideradas as condições de excessos nutricionais quanto aos carboidratos, lipídios e proteínas, que podem ocasionar, dentre os vários prejuízos à saúde, aumento de tecido adiposo, excesso de peso e obesidade, doenças cardíacas, problemas renais e hepáticos, diabetes, acidentes cerebrovasculares e câncer.

No que tange à provável substituição do almoço ou jantar pelos lanches, foram observadas, em média, condições de deficiências nutricionais de proteínas, o que pode contribuir para o atrofiamento dos músculos, aumento do ventre, diminuição da resistência às doenças e prejuízo intelectual.

Por último, ainda considerando a média dos lanches analisados e em função do teor calórico máximo preconizado pelo Manual de Alimentação das Forças Armadas (200 kcal), para a eventualidade de consumo como alimentação extra ao longo do dia, foi verificado um exagero quanto a todos os nutrientes destacados neste artigo, devendo, em virtude dessa circunstância, ser dada especial atenção às condições de excessos nutricionais e suas possíveis consequências, quer sejam aumento do tecido adiposo, excesso de peso e obesidade, doenças cardíacas, problemas renais e hepáticos, diabetes, acidentes cerebrovasculares e câncer.

Cabe ressaltar que a análise dos lanches por média geral não esgota a possibilidade de exame individualizado. Nesse caso, certamente, outras condições de excessos ou carências também podem ser trazidas à discussão.

Como aspecto positivo desta pesquisa, pode-se dizer que, após os levantamentos aqui registrados, ficou

comprovado que os lanches de bordo analisados podem vir a ser prejudiciais à saúde dos aeronavegantes, pois estão, em sua maioria, em desacordo com os padrões nutricionais ideais para substituírem refeições ou serem consumidos como alimentação extra.

Destarte, algumas adaptações são necessárias de modo a proporcionar a correta adequação nutricional e evitar problemas futuros na saúde dos aeronavegantes, profissionais estes que lidam com a atividade fim da Força Aérea. Tais adaptações devem ser feitas pela própria administração, para possibilitar a correta adequação dos lanches de acordo com a refeição a ser substituída, ou ainda podem ser feitas pelo próprio aeronavegante, conscientizando-se da importância de contrabalançar sua alimentação durante o dia.

E, ao Comando da Aeronáutica, este trabalho dá oportunidade de elucidar, de modo sucinto, como está a situação nutricional dos lanches de bordo oferecidos pelas unidades da FAB e quais as possíveis implicações na saúde dos aeronavegantes.

Como sugestão para pesquisas posteriores, poderão ser exploradas as subdivisões de gorduras (saturadas, monoinsaturadas, polinsaturadas, trans e colesterol) e carboidratos (simples e complexos), proporcionando uma avaliação mais abrangente dos respectivos nutrientes.

Por fim, para que o aeronavegante possa desempenhar sua atividade de maneira saudável, é importante que seja observado algo que parece irrelevante, mas que tem importância considerável na vida e saúde de qualquer ser humano: alimentação nutricionalmente balanceada.

“Que o teu alimento seja o teu remédio”. (Hipócrates)

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Defesa. Portaria Normativa nº 219/MD, de 12 de fevereiro de 2010. **Manual de Alimentação das Forças Armadas**. Brasília: Ministério da Defesa, 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia alimentar para a população Brasileira**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução - RDC nº 360**. Brasília: Ministério da Saúde, 2003.

CUPPARI, L. **Nutrição clínica no adulto**. 2. ed. São Paulo: Manole, 2005.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GUYTON, A. C. **Tratado de fisiologia médica**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996.

MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. **Krause: Alimentos, Nutrição & Dietoterapia**. 12. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

SIZER, F.; WHITNEY, E. **Nutrição: conceitos e controvérsias**. 8. ed. São Paulo: Manole, 2003.

APÊNDICE

Tabela 2: lanche de bordo 1.

Componentes	Quantidade	Kcal	Proteína	Carboidrato	Lipídio
Pão Pizza	2 unid. 100g	380 Kcal	9 g	66,8 g	7,8 g
Barra de chocolate	1 unid. 25g	137 Kcal	2 g	14 g	8,1 g
Refrigerante	1 unid. 350ml	91 Kcal	0	36,7 g	0
Bolo	1 unid. 40g	157 Kcal	2 g	19 g	8 g
Suco de caixinha	1 unid. 200ml	108 Kcal	0	23 g	0
Total		873kcal	13 g	159,5g	24g

Fonte: Nutricionista Fabiana Motta Barroso.

Tabela 3: lanche de bordo 2.

Componentes	Quantidade	Kcal	Proteína	Carboidrato	Lipídio
Fruta – maçã	1 unid. 100g	56 Kcal	0,3 g	15,2 g	0 g
Biscoito Wafer	1 unid. 27g	144 Kcal	1,4 g	17 g	7,3 g
Pão com presunto e queijo	1 unid. 80g	197 Kcal	11,7g	23,1 g	6g
Suco de caixinha	1 unid. 200ml	95 Kcal	0,7g	22 g	0
Total		492kcal	14g	77g	13g

Fonte: Nutricionista Fabiana Motta Barroso.

Tabela 4: lanche de bordo 3.

Componentes	Quantidade	Kcal	Proteína	Carboidrato	Lipídio
Barra de cereal	1 unid. 20g	74 Kcal	1 g	13 g	1,8 g
Amendoim japonês	1 unid. 20g	110 Kcal	4 g	10 g	5 g
Pão Pizza	1 unid. 50g	190 Kcal	4,5 g	33,4 g	3,9 g
Suco de caixinha	1 unid. 200ml	108 Kcal	0	23 g	0
Bananada	1 unid. 30 g	104 Kcal	1 g	27 g	0,5 g
Chiclete	1 unid. 2,5g	7kcal	0g	1,9g	0g
Total		593 Kcal	10,5 g	108 g	11 g

Fonte: Nutricionista Fabiana Motta Barroso.

Tabela 5: lanche de bordo 4.

Componentes	Quantidade	Kcal	Proteína	Carboidrato	Lipídio
Fruta – laranja	1 unid. 100g	37 Kcal	1 g	8,9 g	0,1 g
Bolo	1 unid. 40g	160 Kcal	2,4 g	22 g	6,8 g
Refrigerante	1 unid. 350ml	91 Kcal	0	36,7 g	0
Pão Pizza	1 unid. 50g	190 Kcal	4,5 g	33,4 g	3,9 g
Queijo processado UHT	1 unid. 30g	85 Kcal	3 g	1 g	7,7 g
Barra de chocolate	1 unid. 32g	140kcal	1,2g	24g	4,4g
Torrada	2 unid. 20g	79kcal	1,5g	15g	1,2g
Total		782kcal	14g	141g	24g

Fonte: Nutricionista Fabiana Motta Barroso.

Tabela 6: lanche de bordo 5.

Componentes	Quantidade	Kcal	Proteína	Carboidrato	Lipídio
Fruta – maçã	1 unid. 100g	56 Kcal	0,3 g	15,2 g	0 g
Suco de Caixinha	1 unid. 200ml	96 Kcal	0g	0 g	0g
Biscoito Wafer	1 unid. 27g	144 Kcal	1,4 g	17 g	7,3 g
Barra de chocolate	1 unid. 25g	137 Kcal	2 g	14 g	8,1 g
Refrigerante Guaraná	1 unid. 350ml	140 Kcal	0	35 g	0
Pão Pizza	1 unid. 50g	190 Kcal	4,5 g	33,4 g	3,9 g
Barra de cereal	1 unid. 20g	74 Kcal	1 g	13 g	1,8 g
Bolo com recheio sabor goiaba	1 unid. 30gmg	90 Kcal	1,2g	16g	2,6g
Chocolate em barra	1 unid. 30g	151,8 Kcal	1,5g	18,9g	7,8g
Chiclete	1 unid. 2,5g	7kcal	0g	1,9g	0g
Total		1086kcal	12g	164g	31,5g

Fonte: Nutricionista Fabiana Motta Barroso.

Tabela 7: lanche de bordo 6.

Componentes	Quantidade	Kcal	Proteína	Carboidrato	Lipídio
Fruta - maçã	1 unid. 100g	56 Kcal	0,3 g	15,2 g	0 g
Biscoito recheado chocolate	1 unid. 40g	150 Kcal	2 g	21 g	6 g
Refrigerante de cola	1 unid. 350ml	184 Kcal	0	36,7 g	0
Pão de forma c/ pres. e queijo	1 unid. 80g	197 Kcal	11,7g	23,1 g	6g
Barra de cereal	1 unid. 20g	74 Kcal	1 g	13 g	1,8 g
Total		661kcal	15g	109g	14g

Fonte: Nutricionista Fabiana Motta Barroso.

Tabela 8: lanche de bordo 7.

Componentes	Quantidade	Kcal	Proteína	Carboidrato	Lipídio
Fruta - maçã	1 unid. 100g	56 Kcal	0,3 g	15,2 g	0 g
Refrigerante Soda	1 unid. 350ml	92kcal	0g	23g	0g
Bolo	1 unid. 40g	160 Kcal	2,4 g	22 g	6,8 g
Barra de cereal	1 unid. 20g	74 Kcal	1 g	13 g	1,8 g
Pão francês c/ pres. e queijo	1 unid. 80g	217 kcal	9,2g	30,3g	6,1g
Bombom de chocolate	1 unid. 22g	118 kcal	1,2g	14g	6,4g
Chiclete	1 unid. 2,5g	7kcal	0g	1,9g	0g
Total		724 kcal	14g	119g	21g

Fonte: Nutricionista Fabiana Motta Barroso.

Tabela 9: lanche de bordo 8.

Componentes	Quantidade	Kcal	Proteína	Carboidrato	Lipídio
Fruta – maçã	2 unid. 200g	112 Kcal	0,6 g	30,4 g	0 g
Queijo processado UHT	1 unid. 30g	85 Kcal	3 g	1 g	7,7 g
Leite achocolatado	1 unid. 200ml	171 kcal	5g	31g	3g
Suco de caixinha	1 unid. 200ml	88kcal	0g	22g	0g
Bananada	1 unid. 30g	104kcal	1g	27g	0,5g
Biscoito snack	1 unid. 27g	122kcal	2,9g	17g	4,7g
Barra de cereal	2 unid. 40g	148 Kcal	2 g	26 g	3,6 g
Total		830kcal	14,5g	154g	19,5g

Fonte: Nutricionista Fabiana Motta Barroso.

Tabela 10: lanche de bordo 9.

Componentes	Quantidade	Kcal	Proteína	Carboidrato	Lipídio
Refrigerante de cola	1 unid. 320ml	88 kcal	0	22g	0g
Biscoito snack	2 unid. 52g	234 kcal	4,6g	34g	8,8g
Barra de cereal	1 unid. 20g	74 kcal	1g	13g	1,8g
Pão de forma c/ pres. e queijo	1 unid. 80g	197 Kcal	11,7g	23,1 g	6g
Bombom de chocolate	1 unid. 22g	118 kcal	1,2g	14g	6,4g
Chiclete	1 unid. 2,5g	7kcal	0g	1,9g	0g
Total		718 kcal	18,5g	108g	23g

Fonte: Nutricionista Fabiana Motta Barroso.

Tabela 11: lanche de bordo 10.

Componentes	Quantidade	Kcal	Proteína	Carboidrato	Lipídio
Suco de caixinha	1 unid. 200ml	94 kcal	0g	23g	0g
Biscoito recheado chocolate	1 unid. 40g	150 Kcal	2 g	21 g	6 g
Barra de cereal	1 unid. 25g	82 kcal	1g	16g	1,5g
Bolinho recheado	1 unid. 40g	160 Kcal	2,4 g	22 g	6,8 g
Fruta – mexerica	1 unid. 100g	58 kcal	0,9g	14,9g	0,1
Pão de forma c/ pres. e queijo	1 unid. 80g	197 Kcal	11,7g	23,1 g	6g
Bombom de chocolate	1 unid. 22g	115kcal	1,4g	13g	6,2g
Total		856 kcal	19g	133g	27g

Fonte: Nutricionista Fabiana Motta Barroso.

Aplicação da Nanotecnologia em Projetos Espaciais no Âmbito do Comando da Aeronáutica

The application of nanotechnology in space projects in the Air Force Command

La aplicación de la Nanotecnología en proyectos espaciales en el ámbito del Comando de la Aeronáutica

Tenente Coronel Aviador Cláudio Olany Alencar de Oliveira

Mestre em Engenharia de Computação (ITA)
Assessor Militar de Defesa na Secretaria de Assuntos
Estratégicos da Presidência da República (SAE/PR)
Brasília – DF
olany@codesys.com.br

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo identificar de que forma vem sendo implantada a nanotecnologia em projetos espaciais no âmbito do Comando da Aeronáutica (COMAER), em comparação com o que vem sendo realizado por outras agências espaciais. Foi realizado um estudo da Teoria do Poder Espacial, com vistas a embasar o trabalho científico e validar a necessidade de inovação tecnológica nesse setor. Foi explicado o que é a nanotecnologia e como ela vem sendo aplicada em projetos espaciais nos Estados Unidos da América (EUA), União Europeia (UE) e Brasil. Por fim fez-se uma análise da estratégia de implantação da nanotecnologia em projetos espaciais adotada por estes países e os investimentos realizados. Ficou evidenciada a importância que a *NASA (National Aeronautics and Space Administration)* e a *ESA (European Space Agency)* atribuem à área de Ciência, Tecnologia e Inovação, em uma busca constante por novas tecnologias com o objetivo de manter a supremacia militar no mundo e agregar a conquista da supremacia espacial. Verificou-se que, priorizando o domínio de tecnologias sensíveis para a área de Defesa e Espaço, será possível o Brasil conquistar o *status* de nação tecnologicamente autossuficiente em projetos espaciais.

Palavras-chave: Nanotecnologia. MEMS/NEMS. Poder Espacial. Espaço.

Recebido / Received / Recebido
02/02/11

Aceito / Accepted / Acepto
23/03/11

ABSTRACT

This study aimed to identify how nanotechnology is being deployed in space projects within the Aeronautics Command (Brazilian Air Force), in comparison with what is being accomplished by other space agencies. It was conducted a study of the Space Power Theory, in order to support the scientific work and validate the need for technological innovation in this sector. It was explained what nanotechnology is and how it is being applied to space projects in the United States of America (USA), European Union (EU) and Brazil. Finally, it was analyzed the implementation strategy of nanotechnology in space projects adopted by these countries and investments. It was evident the importance that NASA (National Aeronautics and Space Administration) and ESA (European Space Agency) assign to the area of Science, Technology and Innovation in a constant search for new technologies in order to maintain military supremacy in the world and increase the conquest of space supremacy. It was concluded that prioritizing the control of sensitive technologies for the Defense and Space, will be possible for Brazil to gain status as a nation technologically self-sufficient in space projects.

Keywords: Nanotechnology. MEMS/NEMS. Space Power. Space.

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo identificar de qué forma se pone la nanotecnología en proyectos espaciales en el ámbito del Comando de Aeronáutica (COMAER), en comparación con lo que han realizado hasta hoy otras agencias espaciales. Se realizó un estudio de la Teoría del Poder Espacial, con el objetivo de basar el trabajo científico y validar la necesidad de innovación tecnológica en este sector. Se explicó qué es la nanotecnología y como ella se aplica en proyectos espaciales en los Estados Unidos de América (EUA), Unión Europea (UE) y Brasil. Finalmente se hizo un análisis de la estrategia de implantación de la nanotecnología en proyectos espaciales que estos países adoptaron y las inversiones realizadas. Se evidenció la importancia que NASA (National Aeronautics and Space Administration) y ESA (European Space Agency) atribuyen al área de Ciencia, Tecnología e Innovación, en búsqueda constante por nuevas tecnologías con el objetivo de mantener la supremacía espacial. Se chequeó que, al priorizar el dominio de tecnologías sensibles al área de Defensa y Espacio, será posible que Brasil conquiste el status de nación tecnológicamente autosuficiente en proyectos espaciales.

Palabras-clave: Nanotecnología, MEMS/NEMS. Poder espacial. Espacio.

INTRODUÇÃO

A natureza competitiva do ser humano, sempre buscando novas descobertas e inovações, demonstra que, quanto mais evoluída tecnologicamente é uma nação, maior é a utilização dos mecanismos existentes para conquistar ou sustentar a sua soberania. Comprovando essa ideia, verifica-se que o mercado mundial de tecnologia cresce rapidamente e ainda, de maneira mais acelerada, evoluem as tecnologias utilizadas no setor espacial.

O século XX foi o período em que a inovação tecnológica evoluiu de maneira acelerada e de tal ordem que é possível descrever essa época como a “Era da Inovação”. O progresso impressionante que vem ocorrendo nas diversas áreas da Ciência e da Engenharia nas últimas décadas tem contribuído para o surgimento de ondas de inovação com um efeito multiplicador. Toda

inovação, naturalmente, perturba o *status quo* anterior. Essa afirmação é notadamente verdadeira quando se trata de tecnologia militar. O país que detém a capacidade de inovar em tecnologia gera um desequilíbrio entre nações. Tal fato, por sua vez, acaba por beneficiar uma nação em detrimento de outra: quem detém um artefato bélico inovador é capaz de dominar aqueles que não possuem. Logo, a inovação é um elemento do poder.

No mundo da tecnologia, somente inventar não é suficiente, é preciso inovar, passar da ideia à ação. O salto científico que ocorre com o surgimento de uma tecnologia de ruptura só é possível através de um processo de industrialização e sua posterior comercialização. Ao analisar-se o impacto que uma inovação, por exemplo, a arma aérea, causou nas estratégias militares, percebe-se como uma tecnologia inovadora, com um poder de ruptura, foi capaz de influenciar as doutrinas militares e renovar os conceitos antigos.

O efeito radical da aviação sobre a estratégia militar, sobre a doutrina operacional e emprego tático das forças foi amplamente atribuído às características do poder aéreo e às formas inovadoras com que essas características foram usadas para aplicar os princípios tradicionais da guerra.

Entretanto, apesar da consolidação da doutrina do Poder Aéreo ocorrida nas últimas décadas, poucos eventos na história têm sido mais significativos do que o alvorecer da Era Espacial. O lançamento do *Sputnik*, pela União Soviética, em 1957, se tornou a base para o surgimento da Teoria do Poder Espacial. Imediatamente, surgiram debates internacionais sobre o potencial das aplicações de um satélite inimigo em órbita sobre a Terra. Tais discussões foram o gérmen embrionário que deu origem à Teoria do Poder Espacial. (ESTADOS UNIDOS, 2009a).

Contudo, para a conquista do Poder Espacial, é necessário um investimento maciço e contínuo em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e em Ciência, Tecnologia e Inovação (C,T&I) na área de projetos espaciais. No Brasil, nas últimas décadas, apesar de esparsos investimentos do governo, as atividades de P&D no setor espacial vêm evoluindo, sempre buscando novas descobertas e inovações.

No âmbito do COMAER, os projetos relativos à atividade espacial desenvolvidos pelo Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), entidade subordinada ao Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA), contribuem de maneira significativa para o desenvolvimento do Brasil. Através dos esforços de P&D em tecnologias e conhecimentos críticos, com vistas a atender às necessidades do Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE), da Agência Espacial Brasileira (AEB), o IAE tem conseguido superar os embargos internacionais no setor aeroespacial.

A construção de veículos lançadores, um ponto decisivo para a estratégia do PNAE, não apenas garante a necessária autonomia para acesso ao espaço, mas sustenta a soberania do país, além de propiciar a exploração comercial de serviços de lançamentos. O IAE tem investido em projetos de P&D, visando conquistar a autossuficiência na área de tecnologia espacial. E, com isso, ratificar o ingresso do Brasil no seleto grupo de países que possuem a capacidade de produzir sistemas espaciais e lançar seus artefatos em órbitas no espaço. (BRASIL, 2005).

Dessa forma, destaca-se a importância do assunto deste artigo: aplicação da nanotecnologia em projetos espaciais no âmbito do COMAER, uma vez que serão explorados assuntos relacionados à preparação e à aplicação do Poder Aeroespacial, com o interesse em

auxiliar no processo de implantação da nanotecnologia em projetos aeroespaciais no âmbito do COMAER.

Existem várias necessidades técnicas no setor espacial, que, uma vez superadas, terão um elevado valor estratégico, tais como: a redução da massa de veículos e artefatos espaciais e, conseqüentemente, o aumento da eficiência dos motores foguetes; o desenvolvimento de sensores inerciais (acelerômetros e girômetros) e outros equipamentos; a conquista da autossuficiência tecnológica nos setores espacial; e a necessidade de fomento e investimentos em tecnologias inovadoras (e.g., nanotecnologia).

Diante dessas considerações, o problema de pesquisa vislumbrado para este artigo é identificar de que forma vem sendo implantada a nanotecnologia em projetos espaciais no âmbito do COMAER, comparando-se os planejamentos estratégicos e investimentos adotados por outras agências espaciais.

Destarte, o objetivo geral desta pesquisa foi analisar a implantação da nanotecnologia em projetos do setor espacial no âmbito do Comando da Aeronáutica. A fim de nortear a investigação do problema e obter subsídios para alcançar o objetivo proposto, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

a) examinar a Teoria do Poder Espacial, com vistas a fundamentar a necessidade da inovação tecnológica no setor espacial;

b) identificar o cenário atual do setor espacial, nas agências espaciais de outros países (EUA/UE), com relação à nanotecnologia, investimentos realizados e sua estratégia de implantação;

c) identificar o cenário atual do setor espacial, no COMAER, com relação à Nanotecnologia, investimentos e sua estratégia de implantação; e

d) comparar a aplicação da nanotecnologia no COMAER com a de outros países, no que diz respeito ao setor espacial, à luz do referencial teórico adotado para esta pesquisa.

1 METODOLOGIA

Procurou-se abordar as peculiaridades da aplicação da nanotecnologia em projetos do setor espacial no mundo, em comparação com o que vem sendo realizado no Brasil. Destarte, o propósito deste trabalho científico foi proporcionar um maior conhecimento sobre os aspectos relacionados à implantação da nanotecnologia em projetos espaciais, o que é um fator estratégico para a soberania de um país que pode contribuir para a conquista da superioridade ou supremacia espacial.

Foram consultados livros e artigos científicos, bem como documentos que não receberam tratamento

científico, como documentos doutrinários do Comando da Aeronáutica, planos estratégicos do Ministério da Defesa, o Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE) da Agência Espacial Brasileira (AEB), *web sites* de Centros de Pesquisa, relatórios de estudos prospectivos de agências espaciais estrangeiras e documentos eletrônicos de caráter científico.

Realizou-se um estudo da emergente Teoria do Poder Espacial, com vistas ao embasamento do trabalho científico e a validação da necessidade de inovação tecnológica no setor espacial. Para a contextualização do trabalho na área tecnológica, procedeu-se a uma breve explicação sobre o que vem a ser a nanotecnologia e a nanociência e como elas estão sendo aplicadas em projetos espaciais nas principais agências.

Foi realizada uma análise do cenário atual da nanotecnologia no setor espacial das agências norte-americana (*NASA*) e europeia (*ESA/DLR*). Identificaram-se os componentes que já estão sendo empregados, os projetos e os investimentos. Na etapa seguinte, foi analisada a estratégia de implantação adotada por essas agências para aplicação da nanotecnologia em projetos espaciais.

Foi realizada uma análise do cenário atual do setor espacial brasileiro com relação à nanotecnologia, identificando-se os projetos existentes, as necessidades e as perspectivas futuras, através de documentos de projetos e artigos científicos gerados em seminários de nanotecnologia realizados no âmbito do COMAER (IEAv/IAE/DCTA).

Devido à necessidade de restringir-se o escopo desta pesquisa, as comparações limitaram-se à área de *MEMS/NEMS (Micro/Nanoelectromechanical Systems)*: sensores inerciais, acelerômetros e girômetros, e afins, cujos componentes encontram-se em processo de miniaturização. Além das tecnologias, foram comparadas as estratégias de inovação adotadas e os custos de investimentos.

2 TEORIA DO PODER ESPACIAL

A humanidade vem tentando solucionar os mistérios dos céus, desde o início dos tempos. Com o desenvolvimento dos primeiros foguetes, o homem deu os primeiros passos nessa jornada de descobrimento. Pioneiros, como Herman Oberth, Konstantin Tsiolkovsky, Robert Goddard começaram a tornar o sonho da exploração do espaço uma realidade, abrindo o caminho para o Dr. Von Braun e outros cientistas de renome. (JUSSEL, 1998).

Desde o lançamento do *Sputnik*, em 1957, a humanidade tem cumprido o ciclo quase completo na

exploração espacial. Apesar da década de 1960 ter sido o período da intensa corrida espacial entre a União Soviética e Estados Unidos, para se tornar o primeiro a chegar à Lua, hoje o mundo está novamente focado na tentativa de alcançar esse objetivo. Agora, muitos países estão trabalhando para visitar a lua em 2020 e na esperança de ver um ser humano pisar em Marte. (OBERG, 1999).

Alguns estudiosos e teóricos das doutrinas militares afirmam que a nação mais desenvolvida tecnologicamente está evoluindo na direção do estabelecimento de uma Força Espacial. Trata-se de uma visão futurística para o emprego da *United States Air Force* (USAF) no século XXI, na busca de estratégias para utilizar o Poder Espacial. (ESTADOS UNIDOS, 1996).

O termo Poder Espacial foi utilizado, pela primeira vez, em 1964, mas apareceu sem uma definição clara. Alguns esforços surgiram, posteriormente, na tentativa de definir-se o Poder Espacial. Em 1998, o Tenente-Coronel David Lupton, em sua publicação *On Space Warfare: A Space Power Doctrine*, apresentou a primeira definição formal. Ele sugeriu que, respeitadas as definições de Poder Terrestre, Naval e Aéreo apresentados por Mackinder, Mahan, Mitchell e outros, fossem incluídas três características: os elementos do poder nacional, propósitos militares e não militares, e sistemas duais, que são militares e civis. (LUPTON, 1998).

Com isso em mente, Lupton ofereceu a seguinte definição: “Poder Espacial é a capacidade de uma nação de explorar o ambiente espacial, em perseguição dos propósitos e objetivos nacionais, e inclui toda a capacidade astronáutica da nação.” (LUPTON, 1998, p.15. tradução nossa). Lupton (1998) acrescenta que uma nação com tais capacidades é também chamada de Potência Espacial.

Um segundo aspecto do Poder Espacial que os pensadores militares explicam é a sua importância bélica. Um método comum para esse propósito militar é o uso de analogias, especialmente aquelas relacionadas ao Poder Aéreo, Naval e Terrestre. Por exemplo, uma analogia da guerra terrestre usada para capturar a relevância do Poder Espacial é a Teoria dos Pontos Elevados. Essa teoria afirma que, comandando as colinas ou pontos elevados do terreno, os territórios circunvizinhos serão controlados, podendo-se conduzir a batalha em favor da vitória.

A versão da Teoria dos Pontos Elevados, aplicada ao espaço, envolve a Teoria das Forças Gravitacionais aplicadas à Terra e à Lua.

G. Harry Stine capturou a significância militar dessa Teoria em dois axiomas:

- a) controlar a Lua significa controlar a Terra; e

b) controlar os pontos de libração (Pontos Lagrangeanos) L-4 e L-5 significa controlar todo o sistema Terra-Lua (Figura1). (JUSSEL, 1998).

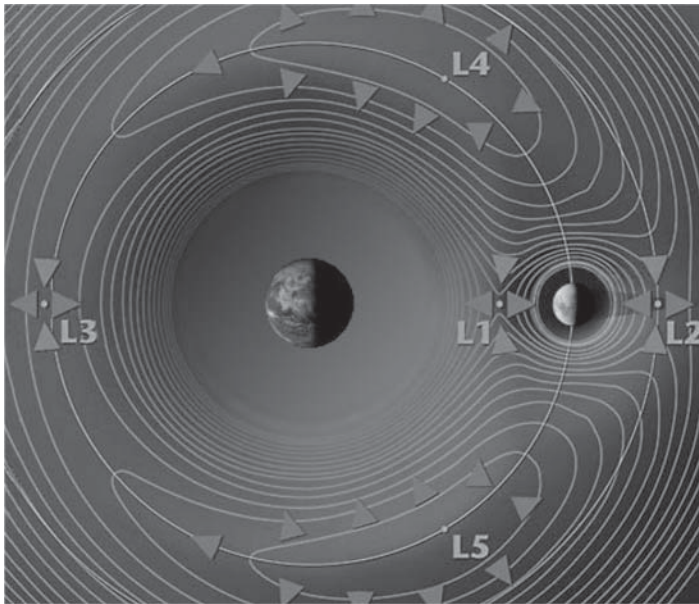


Figura 1: Pontos de Libração no sistema Terra-Lua.
Fonte: Jussel (1998, p. 11).

Diante disso, Stine definiu que um comando militar tem a habilidade de permitir ou negar o tráfego espacial, negar o uso militar ou comercial de áreas orbitais, lançar ataques com armas espaciais contra qualquer alvo na Terra, na Lua ou no espaço entre a Terra e a Lua, ou detectar e opor-se a qualquer ameaça originada de algum lugar no sistema Terra-Lua. (JUSSEL, 1998).

A respeito do Poder Espacial, Colin Gray afirmou que os Estados preparam-se e empreendem a guerra de acordo com suas naturezas distintas. Devido às forças distintas e limitações de cada elemento das Forças Armadas, o sucesso ou fracasso na deterrência, e na guerra em si, deve ser um esforço conjunto. (JUSSEL, 1998).

Segundo Dolman (2005), o resultado de uma futura guerra poderia ser plausivelmente decidido pelo Poder Espacial, porém os combates ainda serão realizados em grande parte na Terra. O Poder Espacial, de maneira similar ao Poder Aéreo e Naval, pode e deve aspirar a um papel fundamental, diferencial e estratégico na guerra.

O estado-da-arte do Poder Espacial dependerá das decisões dos Estados Unidos, com respeito ao desenvolvimento do seu Poder Espacial para guerras conjuntas e do potencial de outras Forças Armadas, que devem explorar as vantagens propiciadas pelos sistemas espaciais. Com esse objetivo, foi elaborada uma lista de tarefas na Teoria do Poder Espacial (OBERG, 1999).

Jussel (1998) afirma que a base fundamental dessa lista são as oito previsões de Janushkowsky e algumas ideias provenientes do *Spacecast 2020*, um relatório gerado por um

grupo de estudiosos, membros do Estado-Maior da Força Aérea dos Estados Unidos (USAF) que, em 1993/1994, realizaram prospecções futuras com vistas a preparar-se a USAF para o papel que ela deveria assumir no Séc XXI. A lista de tarefas é descrita a seguir:

- a) desenvolver veículos transatmosféricos, implantando-se o transporte suborbital ou espacial;
- b) incrementar a presença do homem no espaço, em estações espaciais;
- c) padronizar as infraestruturas de lançamento de veículos espaciais para o uso dual, civil e militar;
- d) incrementar os acordos de cooperação internacionais e definir mecanismos para controlar o tráfego espacial;
- e) suprir as necessidades de aumento da capacidade de RH espacial, com a inclusão de uma equipe de profissionais que possam prestar serviços operacionais e de apoio ao Departamento de Defesa;
- f) controlar a utilização de armas no espaço, aplicação da força;
- g) propiciar um melhor suporte para o combatente aéreo, sob os aspectos de predomínio da informação, o conhecimento sobre a demanda e a consciência global; e
- h) buscar, continuamente, melhores tecnologias na área de veículos lançadores, redes de satélites, sensores, *links* de comunicação, fusão de dados, armas, propelentes e combustíveis, novos materiais e tecnologias de geração de energia, ou seja, deverá haver um elevado grau de investimento em novas tecnologias, sendo esta a tarefa mais importante.

Após uma análise da Lista de Tarefas citadas por Jussel (1998) e focando-se o último item (h), é possível inferir como os estudiosos e pensadores da Teoria do Poder Espacial atribuem um caráter estratégico e um papel primordial aos investimentos na área de C,T&I voltados para aplicações espaciais, obviamente, com vistas à conquista da supremacia espacial ou o domínio do espaço.

E a nanotecnologia, que se enquadra em “novos materiais” e em várias tecnologias espaciais que serão abordadas mais à frente, possui um grande potencial de contribuição para o domínio do espaço.

Entretanto, não se tem por objetivo discorrer, profundamente, sobre o Poder Espacial, mas apenas mostrar como as suas diretrizes propiciam um forte estímulo à inovação e ao desenvolvimento tecnológico, principalmente àqueles voltados para a área de Defesa.

3 NANOTECNOLOGIA E SUA APLICAÇÃO EM PROJETOS ESPACIAIS

Nas últimas décadas, diante do acelerado processo de evolução da tecnologia, o desafio de prever o seu progresso através de longos períodos é uma

difícil e imprecisa tarefa. Um desafio particular é a nanotecnologia, uma excitante fronteira científica e tecnológica relativamente inexplorada e que oferece novos *insights* e aplicações tecnológicas.

Antes de começar a discorrer acerca dos avanços realizados neste campo, é necessário esclarecer a diferença entre a nanociência e a nanotecnologia. Em primeiro lugar, nanociência está relacionada à pesquisa básica no estudo de nanoestruturas, enquanto a nanotecnologia é a implementação e aplicação de tais conhecimentos em projetos de P&D, com o objetivo de desenvolver novas tecnologias e produtos.

A atividade de P&D em nanotecnologia está voltada para a compreensão e a criação de melhores materiais, dispositivos e sistemas que exploram as propriedades da matéria nessa escala de comprimento.

A primeira divulgação dos conceitos encontrados em nanotecnologia ocorreu em *There's Plenty of Room at the Bottom*, tema de uma palestra proferida pelo físico Richard Feynman, em uma reunião da Sociedade Americana de Física, no *California Institute of Technology*, em dezembro de 1959. (FEYNMAN, 1959).

Em 1980, a ênfase semântica do termo em questão foi explorada, em profundidade, pelo Dr. K. Eric Drexler, que promoveu a difusão tecnológica dos dispositivos e fenômenos ocorridos à escala nanométrica em palestras e publicação de livros, tais como: *Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology* e *Nanosystems: Molecular Machinery, Manufacturing, and Computation*, e assim o termo adquiriu seu sentido atual. (DREXLER, 1992).

Com a invenção do Microscópio de Varredura por Tunelamento (*Scanning Tunneling Microscope* - STM), foi possível a descoberta dos fulerenos, em 1985, sendo estes a terceira forma mais estável do Carbono, após o diamante e o grafite, e dos Nanotubos de Carbono (*Carbon Nanotubes* - CNT) (FOSTER, 2009). Entretanto, somente hoje, a comunidade científica evoluiu a base teórica da ciência da fabricação, a sofisticação de materiais e a capacidade de medição em escalas nanométricas.

Embora um metro seja definido pelo *International Standards Organization* como “o comprimento do trajeto percorrido pela luz no vácuo, durante o intervalo de tempo de $1/299.792.458$ de segundo”¹ e o nanometro (nm) é, por definição, um bilionésimo (10^{-9}) de um metro, isso não ajuda muito na explicação da nanoescala a não cientistas.

Como parâmetro de comparação, o espaço entre os átomos de Carbono em uma ligação C-C está na faixa de (0,12 - 0,15) nm. Um DNA dupla-hélice possui um diâmetro de cerca de 2 nm. Por outro lado, a menor forma de vida celular, as bactérias do gênero

Mycoplasma, possuem cerca de 200 nm de comprimento. (FOSTER, 2009).

Analisando-se essa escala em outro contexto, a dimensão comparativa de um nanometro com um metro é a mesma que a de uma bola de gude com o tamanho da Terra. Ou ainda, um nanometro é o quanto cresce a barba de um homem desde o momento que se levanta o barbeador até o momento em que ele chegar a sua face. (FOSTER, 2009).

3.1 MEMS

Segundo Foster (2009), Sistemas Microeletromecânicos (*MicroElectro Mechanical Systems* - MEMS) são a tecnologia do muito pequeno e se fundem na escala nanométrica em Sistemas *NanoElectroMechanical* (NEMS). MEMS são também denominados *micromachines*, no Japão, ou *Micro Systems Technology* (MST), na Europa.

MEMS são feitos de componentes entre (1 a 100) μm de tamanho, ou seja, (0,001 a 0,1) mm. Eles geralmente consistem de uma unidade central que processa os dados, o microprocessador e vários componentes que interagem com o exterior, como microsensores. (OSIANDER, 2006).

Segundo Foster (2009), as aplicações comerciais de MEMS, mais comuns hoje em dia, podem ser citadas:

- a) impressoras jato de tinta, que usam excitadores piezoelétricos para a ejeção da bolha térmica para depósito de tinta no papel;
- b) acelerômetros nos carros modernos para um grande número de fins, incluindo os sensores de impacto que ativam os *airbags*, em caso de colisão;
- c) acelerômetros em dispositivos eletrônicos de consumo, tais como: controladores de jogos (*Nintendo Wii*), *smartphones* (*iPhone* da Apple) e uma série de câmeras digitais;
- d) acelerômetros que são usados em discos rígidos de computadores pessoais, para estacionar a cabeça de leitura/gravação quando é detectada uma queda-livre, para evitar danos e/ou perda de dados;
- e) giroscópios MEMS usados em carros modernos para a detecção de guinada, por exemplo, para acionar o controle da estabilidade dinâmica e evitar uma capotagem; e
- f) bio-MEMS em aplicações médicas e de saúde relacionados a tecnologias de *lab-on-chip* para monitoramento cardíaco (biosensor) e controle hormonal (sensor químico).

Contudo, a era dos MEMS já está dando lugar aos “Sistemas Nanoeletromecânicos” ou NEMS.

¹ 17^a CGPM (1983, Resolução 1; CR 97 e Metrologia, 1984)

3.2 NEMS

O termo *Nanoelectromechanical Systems* ou NEMS é usado para descrever dispositivos que integram funcionalidades mecânicas e elétricas em escalas nanométricas. NEMS constituem a próxima etapa lógica de miniaturização dos dispositivos microeletromecânicos (MEMS).

O nome deriva das dimensões típicas dos dispositivos na escala nanométrica, resultando em reduções de massa, altas frequências mecânicas de ressonância, efeitos quânticos mecânicos em larga escala, tais como: Ponto Zero do Movimento e uma elevada relação superfície/volume, útil em sensores baseados em superfície, como sensores de toque.

As aplicações de NEMS incluem acelerômetros e detectores de substâncias químicas no ar. Devido à escala nanométrica dos NEMS, espera-se um impacto significativo em várias áreas da tecnologia e da ciência e, eventualmente, substituirão os MEMS.

Em 2000, o primeiro dispositivo NEMS, um *chip* VLSI (*Very Large Scale Integration*) NEMS foi demonstrado pela IBM. Sua premissa era um *array* termossensível que podia variar a temperatura de um substrato deformável com o objetivo de funcionar como um dispositivo de memória. Os processadores da linha Intel utilizam transistores nanométricos. Em 2007, o *International Technical Roadmap for Semiconductors* (ITRS) apresentou a memória MEMS como o dispositivo de pesquisa emergente (FOSTER, 2009).

Uma aplicação chave para os NEMS é o Microscópio de Força Atômica (*Atomic Force Microscope* - AFM). O aumento da sensibilidade adquirida com o uso de NEMS levou ao desenvolvimento de sensores menores e mais eficientes, capazes de detectar estresses, vibrações, forças em nível atômico e sinais químicos.

Na sequência, foi criado o Carbono Rápido (*Speedy Carbon*), que são finíssimas fitas de Grafeno e pode ser útil para as futuras gerações dos processadores de ultra-alta velocidade (escala de 100 nm). (FOSTER, 2009).

3.3 APLICAÇÕES DA NANOTECNOLOGIA NO SETOR ESPACIAL

A intenção deste trabalho é descrever como a comunidade espacial pode explorar os grandes investimentos, da ordem de bilhões de dólares, realizados na indústria de MEMS comerciais ou industriais, para futuras aplicações espaciais.

Segundo Osiander (2006), as características de robustez mecânica serão vantagens distintas na sobrevivência à exposição a radiações solares, choques mecânicos e

vibrações durante um lançamento (*liftoff*), manobras orbitais e pousos lunares ou planetários. Contudo, espera-se que sejam realizadas modelagens, simulações, testes de solo e de voo, necessários para qualificar os dispositivos MEMS em aplicações espaciais, que exigem rigorosos requisitos de confiabilidade, tradicionalmente impostos a componentes usados em plataformas espaciais.

O projeto *Space Technology 5* (ST5), realizado sob o programa *New Millenium Program* (NMP), da NASA, tem o foco geral na validação da tecnologia avançada de microsatélites. O projeto NMP ST5 foi concebido para desenvolver três satélites miniaturizados, ilustrados na figura 2, que possuem aproximadamente 54 cm de diâmetro, 28 cm de altura e com massa menor que 25 kg. Como parte da missão ST5, esses três microsatélites executarão as mesmas funções de um satélite normal. (SHEA, 2009).

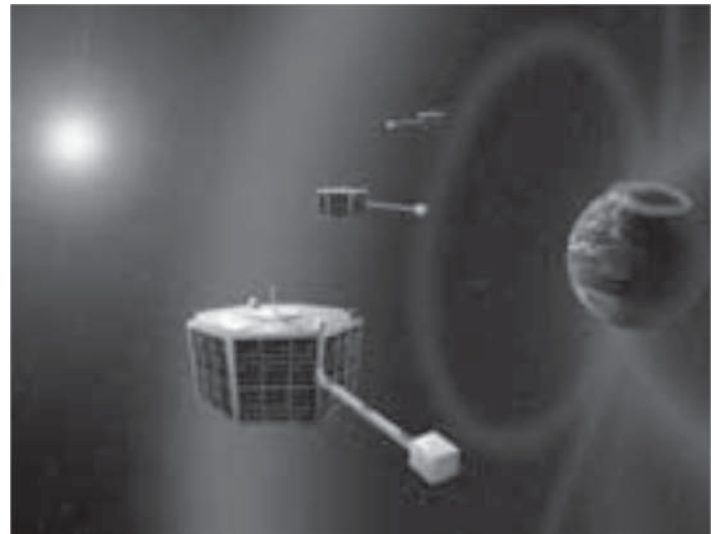


Figura 2: NMP ST5: Constelação de microsatélites. Fonte: Osiander, (2006, p.17).

A tecnologia específica para validar o voo do ST5 é o MEMS *shutter* para o controle termal inteligente, concebido e testado no *Goddard Space Flight Center* (GSFC), da NASA, desenvolvido pelo *Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory* (JHU/APL) e fabricado no *Sandia National Lab* (OSIANDER, 2006).

O *Jet Propulsion Laboratory* (JPL), da NASA, está desenvolvendo um microatuador inovador, com o propósito de posicionamento ultrapreciso de segmentos de espelhos do telescópio *Advanced Segmented Silicon Space Technology* (ASSiST). Esse projeto, em particular, é uma das várias aplicações da tecnologia de MEMS ou NEMS em missões espaciais, que estão sendo executadas na NASA/JPL (OSIANDER, 2006).

Outro projeto patrocinado pelo programa NMP, da NASA, é o NMP ST6, um sistema de determinação de atitude estelar inercial (*Inertial Stellar Compass* – ISC),

tecnologia de aviônicos espaciais, que combina sensores inerciais MEMS (giroscópios) com um sensor de *pixel* ativo de largo campo de visão (*Active Pixel Sensor – APS*) em uma compacta câmera estelar multifuncional (OSIANDER, 2006).

O desenvolvimento da tecnologia espacial ST6 está sendo realizado pelo *Charles Stark Draper Laboratory* (CSDL). A ISC é uma das várias tecnologias MEMS que vêm sendo desenvolvidas no CSDL. Em particular, estão pesquisando sensores e atuadores para guiagem, navegação e controle (*Guidance, Navigation, and Control – GN&C*), além de sistemas aviônicos espaciais, baseados em MEMS de baixa potência para aplicações espaciais (OSIANDER, 2006).

Ainda segundo Osiander (2006), ao longo dos últimos anos, várias atividades de P&D na área de micropropulsores a monopropelentes catalíticos têm sido conduzidas no GSFC (*Goddard Space Flight Center*) da NASA. Sistemas de propulsão baseados em MEMS têm sua aplicação potencial em missões espaciais que requeiram dispositivos de manobra micropropulsados, de forma a propiciar o posicionamento preciso de micro, nano ou picosatélites (figura 3).

Para Osiander (2006), a tecnologia atual de propulsão não consegue satisfazer os requisitos de empuxo mínimo (10 – 10000) μN ou de impulso (1 – 10000) μNs , aplicados a sistemas de massa (menor que 0,1 kg) e volumes limitados (menor que 1 cm^3), além de restrições de consumo de potência (menor que 1 W). Os micropulsores baseados em MEMS, quando comparados a outras tecnologias, apresentam a vantagem combinada de vários parâmetros, tais como: alta densidade específica, baixo consumo de energia, volume reduzido, ampla variação de níveis de empuxo e simplicidade de integração.

Com o investimento em tecnologias inovadoras, como a nanotecnologia, para o desenvolvimento de microssatélites, micropropulsores, micros sensores e microatuadores baseados em MEMS, microssistemas para controle, navegação e guiagem, além de sistemas aviônicos espaciais baseados em MEMS de baixa potência, e várias outras tecnologias, ocorrerá uma redução drástica na massa e volume dos veículos e artefatos espaciais e, por consequência, maior eficiência dos motores foguetes.

Segundo Osiander (2006), uma revisão do Inventário de Tecnologia da NASA mostrou que, no ano fiscal de 2003, havia um total de 111 tecnologias distintas baseadas em MEMS em andamento, o que significa um incremento de, aproximadamente, 40% em relação ao ano de 2002 e, quase 90% em relação a 2001. Além das tecnologias MEMS, citadas podem-se acrescentar: *stirling coolers*, *microswitches* de metal-líquido, sensores inerciais, switches RF e deslocadores de fases, microespelhos flexíveis, sensores de temperatura, pressão e fontes de energia.

O *status* de potência bélica e espacial não se obtém da noite para o dia. É resultado de várias décadas de pesquisa e de sólido planejamento estratégico para a área de tecnologia espacial.

4 ESTRATÉGIAS DE C,T&I ESPACIAIS NO MUNDO

A globalização das atividades espaciais governamentais, desenvolvidas por meio de mecanismos de cooperação internacional, representada pela Estação Espacial Internacional (*International Space Station – ISS*), empreendimento do qual o Brasil é integrante, marcou, na última década, o uso do espaço (BRASIL, 2005).

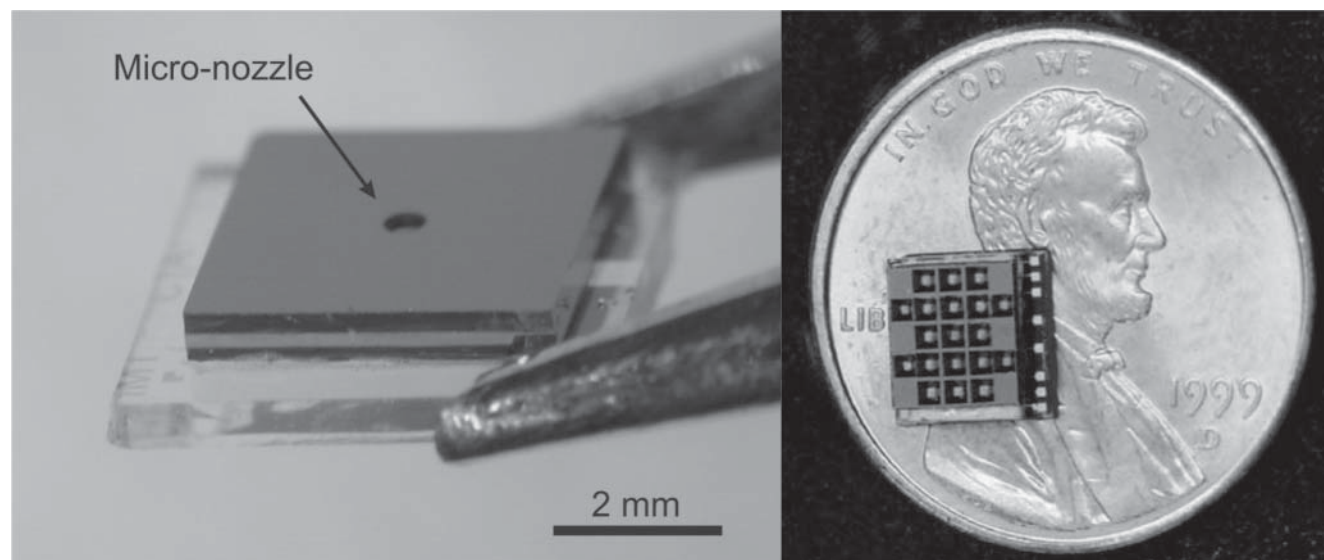


Figura 3: Array de Micropropulsores.
Fonte: Osiander, (2006, p.24).

Após uma breve análise internacional, configura-se um quadro bem nítido de retomada dos grandes projetos de exploração do espaço. Enquanto os Estados Unidos e a Europa realizam explorações robóticas do solo marciano e anunciam futuras missões a Marte e à Lua, a China avança em seu programa espacial tripulado e planeja uma futura exploração da Lua. Na mesma direção, Índia e Japão revelam, independentemente, o intento de realizar missões não tripuladas à Lua, enquanto a Rússia aventa a hipótese de iniciar uma grande missão a Marte.

4.1 ESTRATÉGIAS DE C,T&I PARA DEFESA/ ESPAÇO NORTE-AMERICANAS

Em 1991, foi publicado o livro *Critical Technologies for National Defense*, com o resultado de um estudo desenvolvido no ano anterior no *US Air Force Institute of Technology* (AFIT). Esse estudo identificou, à época, as vinte áreas tecnológicas estratégicas para a defesa norte-americana. Essas áreas foram divididas em três grupos: Áreas Tecnológicas de Mais Alta Prioridade, Áreas Tecnológicas em Capacitação e Áreas Tecnológicas Emergentes (ESTADOS UNIDOS, 1991).

As tecnologias de mais alta prioridade identificadas nesse estudo foram as seguintes: Materiais Semicondutores e Circuitos de Microeletrônica (Nanotecnologia); Materiais Conjugados (Compostos/Compósitos); Dinâmica de Fluidos Computacional (Computational Fluid Dynamics - CFD); Fusão de Dados; Sensores Passivos; Fotônica; Processamento de Sinais; e Produção de Softwares. Mais de uma década após o lançamento do Modelo AFIT, o *US Department of Defense* (DoD) divulgou novas listas - *Military Critical Technology Lists* (MCTL) -, sob um outro enfoque.

A Parte I da MCTL - Tecnologias de Sistemas de Armas - consiste no conjunto de 18 tecnologias, entre as quais é oportuno destacar as relacionadas à área de projetos aeroespaciais e de defesa: Tecnologia de Sistemas Espaciais; Tecnologia de Guiamento, Navegação e Controle de Veículos; Tecnologia de Sistemas Aeronáuticos; Tecnologia de Eletrônica; Tecnologia de Sensores e Lasers; e a Tecnologia de Materiais. (ESTADOS UNIDOS, 2009b).

Em janeiro de 2004, o Presidente Bush anunciou um novo direcionamento para a NASA após o término do programa *Space Transportation System* (STS), com a conclusão da Estação Espacial Internacional (*International Space Station* - ISS) em 2010. Pelas declarações do Presidente, a NASA retornará à Lua antes de 2020.

Segundo George (2001), com base na iniciativa denominada *Constellation Program*, a NASA espera retornar à Lua e estabelecer uma colônia permanente no caminho da missão tripulada para a exploração de Marte.

Além dos esforços do governo norte-americano em patrocinar e dar continuidade à exploração espacial, várias empresas privadas americanas visam tornar a viagem espacial uma realidade para todos.

Em 2004, houve uma iniciativa, o Ansari X Prize, para estimular o interesse de empresas privadas em viagens espaciais. O Ansari X Prize foi uma competição espacial na qual a X PRIZE *Foundation* ofereceu 10 milhões de dólares de prêmio para a primeira organização não-governamental a lançar uma nave espacial tripulada, reutilizável, capaz de transportar três pessoas a 100 km acima da superfície da Terra, duas vezes no período de duas semanas. (SPACESHIPONE, 2010).

O projetista aeroespacial Burt Rutan e o financiador Paul Allen ganharam o prêmio em 4 de outubro de 2004, quando a *SpaceShipOne* foi lançada a mais de 328.000 ft, pela segunda vez em menos de 10 dias. Desde então, vários outros prêmios têm sido oferecidos, incluindo um de US\$ 30 milhões para a primeira equipe a projetar uma sonda robótica, para pousar na Lua (SPACESHIPONE, 2010).

Para incentivar a inovação (C,T&I) nos projetos espaciais, foi criado o *New Millenium Program* (NMP), um projeto da NASA com foco na engenharia de validação de novas tecnologias para aplicações espaciais. Entretanto, após o cancelamento do financiamento desse programa pelo Congresso dos Estados Unidos, em 2000, as demonstrações de tecnologia foram fundidas e as missões do NMP foram renomeadas para *Space Technology* (ST series) (OSIANDER, 2006).

O governo norte-americano procura estimular as atividades de P&D em nanotecnologia aplicadas aos projetos espaciais da NASA. Os investimentos são os mais elevados do mundo. Em 2000, a *National Nanotechnology Initiative* (NNI) estabeleceu vínculos com 25 Agências Federais relacionadas a projetos em nanociência e nanotecnologia. No período de 2001 a 2009, foram investidos mais de US\$ 10 bilhões. Houve um acréscimo substancial dos investimentos públicos em nanotecnologia, de US\$ 464 milhões por ano em 2001, para, aproximadamente, US\$ 1,5 bilhões por ano em 2009 (UNIÃO EUROPEIA, 2010b).

Hoje, são investimentos anuais de bilhões de dólares na área de C,T&I, em uma busca constante por novas tecnologias, com o objetivo de manter a supremacia militar dos Estados Unidos no mundo e conquistar a supremacia espacial.

4.2 ESTRATÉGIAS DE C,T&I PARA DEFESA/ ESPAÇO EUROPEIAS

A Agência Espacial Europeia (ESA, na sigla em inglês) é um das agências líderes nos programas espaciais.

Em 2007, a ESA lançou seis foguetes Ariane 5, colocando vários satélites em órbitas espaciais. Atualmente, a NASA e a ESA estão trabalhando em um programa conjunto para trazerem amostras do solo marciano para a Terra pela primeira vez na história.

Entretanto, bem antes dessa profícua parceria entre a NASA e a ESA, que se consolidou com a criação da União Europeia, alguns países europeus já estavam investindo em projetos espaciais e em tecnologias inovadoras em busca da conquista do espaço. O Modelo *Western European Armaments Group* (WEAG) tem suas origens históricas iniciadas em 1976. Por intermédio dele, foi elaborada uma lista de Áreas Tecnológicas Estratégicas (BRASIL, 2003).

As Áreas Tecnológicas Estratégicas (*Common European Priority Areas* - CEPA) identificadas pelo Modelo WEAG são listadas a seguir: Tecnologia Espacial Militar e Satélite de Vigilância; Tecnologia Moderna de Radares; Microeletrônica; Tecnologia de Mísseis, Veículos Aéreos Não Tripulados e Robótica; Materiais Avançados e Estruturas; e Aviônica Modular, entre outras tecnologias (BRASIL, 2003).

Em 2003, a Divisão de Tecnologias Futuras (*Future Technology Division*), do VDI *Technology Center*, em nome da Agência Espacial Alemã (DLR) (*Space Flight Management, Division Technology for Space Systems and Robotics*), realizou uma análise tecnológica prospectiva na área da nanotecnologia aplicada em projetos espaciais, designado de Projeto ANTARES (*Analysis of Nanotechnology Applications in Space Developments and Systems*) (UNIÃO EUROPEIA, 2003).

O objetivo do projeto ANTARES foi identificar e avaliar os diferentes processos e produtos da nanotecnologia aplicados em projetos espaciais. Essa investigação teve por base a necessidade de ajustes nas áreas de pesquisas dos centros de competências em nanotecnologia da Alemanha, e nos requisitos para a tecnologia espacial, como estão mencionados no documento de requisitos *European Space Technology 1999* (ESTEC, 1999).

Essa análise foi vital para estimular as atividades de P&D em nanotecnologia aplicadas aos projetos espaciais da ESA. Além do envolvimento da comunidade espacial e da concretização de parcerias com as empresas de alta tecnologia da área de Defesa e espaço, houve um acréscimo substancial dos investimentos públicos em nanotecnologia. Hoje, a Agência Espacial Europeia possui um orçamento anual de aproximadamente \$4,8 bilhões, dos quais \$1 bilhão é investido em nanotecnologia (UNIÃO EUROPEIA, 2003).

Com vistas à obtenção de dados para a análise posterior, são exploradas, no próximo capítulo,

as estratégias de C,T&I espaciais no Brasil e os investimentos realizados em nanotecnologia aplicada aos projetos espaciais.

5 ESTRATÉGIAS DE C,T&I ESPACIAIS NO BRASIL

O Brasil tem competência, internacionalmente reconhecida, nas áreas das Ciências Espaciais, fato que agrega valor e credibilidade aos projetos de veículos espaciais e satélites de que dispomos, ampliando a capacidade de suprir a demanda crescente do mercado, que depende dos serviços de monitoramento por eles prestados.

Ademais, graças a essa mesma competência, tem sido possível a formação de parcerias internacionais de grande valor estratégico, que inserem o País de maneira soberana no cenário econômico e político mundial.

Entretanto, na área de Ciência e Tecnologia (C&T) aplicada a projetos aeroespaciais, o Brasil tem enfrentado embargos impostos por nações do primeiro mundo que, por meio de barreiras técnicas ou comerciais, procuram dificultar o desenvolvimento científico-tecnológico, assim evitando quaisquer progressos que propiciem a concorrência do país.

Orientados por essa visão, o Ministério da Defesa (MD) e o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) têm trabalhado em conjunto, no sentido de definirem as Diretrizes de Ciência, Tecnologia e Inovação (C,T&I) para a Defesa Nacional, norteadoras da integração das atividades de C,T&I das Forças Armadas com o Sistema Nacional de C,T&I.

5.1 ESTRATÉGIAS DE C,T&I NO BRASIL

Em 2001, a Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, considerando um quadro de transformações mundiais, apresentou seus resultados na forma de uma proposta estratégica para o período de 2002 a 2012, o chamado Livro Branco (BRASIL, 2007b).

Marco na história da política de C,T&I do Brasil, essa obra é uma agenda de consensos que sintetiza uma estratégia para a inovação e formula uma política de C,T&I, definindo objetivos que devem ser perseguidos e identificando as diretrizes estratégicas para o seu alcance (BRASIL, 2007b, p.15).

No Brasil, as atividades de C,T&I são, em grande parte, financiadas pelo Governo e realizadas nas Universidades e Centros de Pesquisa, ao contrário do que acontece em países mais desenvolvidos, como os Estados Unidos, Coreia do Sul, Alemanha, Japão etc., onde a pesquisa realizada na iniciativa privada é preponderante (BRASIL, 2007a).

As razões para este cenário são muitas, mas as principais são: poucas empresas privadas brasileiras são competitivas ou ricas o suficiente para terem seus próprios recursos para P&D e inovação, onde geralmente se desenvolvem produtos, através da terceirização de outras empresas, geralmente estrangeiras; a alta tecnologia do setor privado no Brasil é dominada por grandes empresas multinacionais, que, geralmente, têm seus centros de C,T&I no exterior, e, com poucas exceções, não investem em suas filiais brasileiras. No entanto, existe uma tendência significativa em inverter este cenário (BRASIL, 2007a).

Na última década, o MCT vem realizando um conjunto de ações com vistas a impulsionar e integrar as políticas de C,T&I no Brasil. A consolidação desse sistema preconiza sua estruturação junto ao setor empresarial, estados e municípios, tendo em vista as áreas estratégicas para o desenvolvimento do País e a revitalização e consolidação da cooperação internacional. O início da recomposição real do orçamento de C&T teve início em 2003, com a particularidade importante de aumentar os investimentos, procurando ampliar a atividade de C&T em todo o país.

Cabe destacar o lançamento do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT), fruto de empréstimo do Banco Mundial, que teve o mérito de priorizar áreas estratégicas, como a Biotecnologia, a Engenharia Química, Novos Materiais, Instrumentação, Tecnologia Mineral, Ciências Ambientais, entre outras. Esse programa fez um investimento global de cerca de US\$ 830 milhões ao longo de doze anos. (SOUZA, 2009).

No final da década de 90, houve ainda o Programa de Núcleos de Excelência e, logo a seguir, os institutos do Milênio, que também contaram com recursos internacionais. A soma de recursos disponibilizados para fomento no ano de 2008 atingiu um valor global da ordem de R\$ 6 bilhões (SOUZA, 2009). No período de 2000 a 2008, foram investidos, aproximadamente, R\$ 235 milhões em C&T.

A pesquisa em nanotecnologia no Brasil é coordenada em Redes de Pesquisas temáticas, por meio das quais cientistas e empresas de diferentes regiões colaboram entre si. Desde 2005, toda a pesquisa em nanotecnologia está incorporada ao Plano Nacional de Nanotecnologia. Além da pesquisa básica em nanociências, a pesquisa em nanotecnologia no Brasil está focada em alguns domínios de aplicação industrial. Estes incluem os setores aeroespacial, agroindustrial, cosméticos e saúde, energia, ambiente e têxtil (BRASIL, 2006a).

Em relação à P&D em nanotecnologia voltada para a indústria aeroespacial, o Instituto de Química da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) está

envolvido na pesquisa de Nanotubos de Carbono. A União Europeia e o governo brasileiro estão promovendo ativamente uma cooperação para pesquisa no nível acadêmico, incluindo o domínio das nanotecnologias (MALTA, 2003).

Quanto aos investimentos em nanotecnologia, desde 2001, as políticas nacionais brasileiras têm estimulado a pesquisa nessa área, com investimentos governamentais na ordem de R\$ 170 milhões, em projetos entre 2001 e 2006 (MALTA, 2003).

Entretanto, no Brasil, a questão Tecnologia é tratada junto à questão Ciência de maneira desintegrada das políticas econômica e industrial, o que é inconcebível para um país que deseja modernizar-se e caminhar junto aos países do primeiro mundo.

5.2 ESTRATÉGIAS DE C,T&I PARA ESPAÇO NO BRASIL

Nos últimos 40 anos, o Brasil não acompanhou o ritmo de desenvolvimento da matriz de C&T mundial, que se tornou mais densa e complexa. Contudo, mesmo que tardiamente, o país despertou para essa realidade e constatou a necessidade estratégica de investimento maciço em C&T, com o objetivo de induzir a inovação científica e tecnológica no país.

Dentro desse cenário, a Agência Espacial Brasileira (AEB) elaborou o Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE), com o objetivo de capacitar o país no desenvolvimento e na aplicação de tecnologias espaciais.

Os esforços empregados pelo PNAE no desenvolvimento de foguetes de sondagem e de veículos lançadores e no domínio das tecnologias associadas visam assegurar a capacidade de acesso ao espaço, um fator imprescindível para viabilizar as missões orbitais e suborbitais, que possibilitem o suporte inicial à conquista do Poder Espacial.

Segundo o PNAE (BRASIL, 2005), a construção de veículos lançadores, um ponto decisivo para a estratégia do Programa Espacial brasileiro, não apenas garante a necessária autonomia para acesso ao espaço, mas sustenta a soberania do país, além de propiciar a exploração comercial de serviços de lançamentos.

O Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), entidade subordinada ao DCTA/COMAER, tem investido em projetos de P&D, visando conquistar a autossuficiência na área de tecnologia espacial e, com isso, ratificar o ingresso do Brasil no seleto grupo de países que possuem a capacidade de produzir sistemas espaciais e lançar seus artefatos em órbitas no espaço.

Ao longo dos últimos anos, o Programa Espacial brasileiro vem acumulando carências decorrentes

de orçamentos anuais contingenciados, que criaram barreiras não só para a recomposição e manutenção de equipes técnicas, como também para a reposição do material necessário à sustentação dos seus projetos. Esse fato ficou muito evidente com a fatalidade ocorrida durante a terceira campanha de lançamento do Veículo Lançador de Satélites, VLS 1-03, em 2003.

Tal situação levou a Agência Espacial Brasileira (AEB) a propor uma série de medidas de revitalização do Programa Espacial que têm sido implementadas com o apoio do governo, consciente da importância estratégica do Programa para o Brasil. Consideraram-se urgentes e prioritárias, na área de plataformas espaciais, as tecnologias de controle de atitude, sensores e atuadores espaciais, além de nanotecnologias, que permitirão reduções drásticas de massa e consumo dos equipamentos de satélite (BRASIL, 2005).

Pelo seu caráter crítico, na área de veículos espaciais, o PNAE considera indispensável, também, a aquisição das tecnologias de guiamento e controle, de sistemas inerciais, de sistemas computacionais embarcados, propulsão líquida e de materiais e processos (BRASIL, 2005).

5.3 ESTRATÉGIAS DE C,T&I PARA DEFESA NO BRASIL

Inicialmente, como consequência direta das diretrizes estabelecidas pelo PNAE, o Ministério da Defesa (MD) constatou a necessidade de investimento em C,T&I, tendo sido definidas as ações estratégicas. Uma delas é o estabelecimento de intercâmbios científico-tecnológicos das instituições militares de P&D com instituições no Brasil e no exterior que possam permitir o acesso do País às tecnologias de interesse da Defesa Nacional.

Uma ação estratégica definida pelo MD foi o modelo escolhido para o Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação para Defesa (SisCTID) tomando-se, como referência, o documento Ciência, Tecnologia e Inovação - Proposta de Diretrizes Estratégicas para a Defesa Nacional. O MD definiu Áreas Estratégicas de Demanda da Defesa Nacional, entre as quais destacam-se algumas de interesse militar: Sistemas de Armas; Energia; Espacial; Materiais; Tecnologia de Informação; Telecomunicações; e Micro e Nanotecnologias. (BRASIL, 2003).

Essas Áreas Estratégicas foram dispostas em um espaço delimitado por três eixos capazes de criar vetores interagentes e coordenados, denominados de Tecnologias de Interesse da Defesa Nacional (TIDN): o Eixo da Defesa relacionado às expressões Política e Militar do Poder Nacional; o Eixo da Ciência e Tecnologia que se relaciona à expressão Científica e Tecnológica do

Poder Nacional; e o Eixo da Indústria, que contempla as capacidades inovadoras e está relacionado às expressões Econômicas e Psicossociais do Poder Nacional.

Entre as TIDN definidas pelo MD tem-se a Microeletrônica, que deve propiciar o desenvolvimento de componentes e circuitos dedicados a sistemas nacionais de defesa, com baixa dependência externa, evoluindo-se daí para aplicações em nanotecnologia.

Essa área de P&D trata da concepção, desenvolvimento, teste, produção e utilização de componentes e circuitos microeletrônicos. As principais tecnologias envolvidas são a produção de materiais semicondutores em escala de micrometros, processos de preparação e fabricação de *wafers*, encapsulamento, montagem e teste de componentes, ferramentas de projeto de circuitos complexos de microeletrônica auxiliada por computador (*Computer-Aided Design - CAD*) e robustez de circuitos perante interferências e radiações (BRASIL, 2003).

Uma tecnologia sensível e estratégica, também elencada nas TIDN, é a tecnologia espacial. Relacionada à área de Sistemas Espaciais, ela visa propiciar ao Brasil a capacidade de sondar o seu espaço aéreo em qualquer altitude, com quaisquer tipos de sensores, e de colocar em órbita terrestre satélites de quaisquer aplicações de interesse da Defesa Nacional, sendo capaz de ajudar o País na conquista do Poder Espacial.

Essa área estratégica trata do conjunto de tecnologias requeridas para o domínio do conhecimento, da capacidade de concepção, desenvolvimento, qualificação, produção, operação e acompanhamento de foguetes de sondagem, veículos lançadores de satélites, satélites e outros sistemas espaciais para aplicações de interesse da Defesa Nacional. Trata-se de área bastante verticalizada, com forte interação com muitas outras Áreas Estratégicas (BRASIL, 2003).

Outra área estratégica é a Navegação Automática de Precisão, que visa permitir à Defesa Nacional a capacidade de ter veículos ou artefatos aéreos navegando precisamente segundo trajetórias pré-definidas, de maneira controlada ou autônoma. Tem forte interação com as áreas de Nanotecnologia, Inteligência de Máquinas, Robótica e Computação (BRASIL, 2003).

5.4 ESTRATÉGIAS DE C,T&I ESPACIAIS NO ÂMBITO DO COMAER

No âmbito do Comando da Aeronáutica, os projetos relativos à atividade espacial desenvolvidos pelo Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE) contribuem de maneira significativa para o desenvolvimento do Brasil. Com base nos esforços de P&D de tecnologias e competências críticas, para atender às necessidades do PNAE e das

ações estratégicas definidas pelo Ministério da Defesa (MD), o IAE tem conseguido superar os embargos internacionais no setor espacial.

Alinhado às diretrizes do MD, o Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA) apresentou seu Plano Estratégico de Pesquisa e Desenvolvimento, com enfoque na sustentabilidade organizacional e concebido para um horizonte temporal de onze anos, de 2008 a 2018 (BRASIL, 2007b).

Em relação à alocação de recursos financeiros para as atividades de P&D, observa-se uma oscilação, no volume e na frequência com que os mesmos são disponibilizados, como consequência das conjunturas política e econômica. Isso acarreta interrupções e atrasos não programados, gerando dificuldade para o cumprimento do que foi planejado e para a busca de caminhos alternativos na execução das tarefas.

No âmbito do COMAER, os assuntos de C,T&I permeiam diferentes documentos. Mas é sob a forma de diretrizes que as diferentes políticas definem os parâmetros para as ações e contemplam a relação com o ambiente externo. Essas diretrizes são a essência das ações de C,T&I no âmbito do DCTA, visto que o COMAER é membro ativo do Sistema Nacional de Desenvolvimento de Atividades Espaciais (SINDAE).

Conforme o PNAE, cabem ao DCTA a coordenação e a execução do Sistema de Transporte Espacial, as ações de implantação, operação e manutenção da infraestrutura associada e a coordenação e execução das atividades de P&D das tecnologias relacionadas.

Os resultados que o DCTA deve atingir no horizonte temporal de 2008 a 2018 estão expressos em cinco objetivos. Porém, o objetivo estratégico, “domínio de tecnologias aeroespaciais que atendam às necessidades da defesa nacional” é o mais relevante para este trabalho científico (BRASIL, 2005).

Pelo fato de a área de Defesa de um país estar intimamente ligada ao emprego do Poder Aeroespacial, é de suma importância pensar que o domínio de tecnologias voltadas para esse campo é um fator que assegura a dissuasão contra intenções agressivas à Nação. Entre as áreas de conhecimento consideradas de alta prioridade, destacam-se os Sistemas Espaciais, os Sensores Ativos e Passivos, a Microeletrônica e a Nanotecnologia de Interesse da Defesa Aeroespacial, o que denota a relevância deste trabalho científico.

5.5 ATIVIDADES E PROJETOS EM NANOTECNOLOGIA NO COMAER

Nos anos de 2006 e 2007, foram realizados *Workshops* técnico-científicos, no Instituto de Estudos Avançados

(IEAv), organização de pesquisa pertencente ao DCTA. O objetivo dos eventos foi mobilizar as comunidades científicas e empresariais, nas áreas de conhecimento nanotecnológico e aeroespacial, como parte das ações estratégicas do *Roadmap* de Nanotecnologia para o Setor Aeroespacial (BRASIL, 2006b).

O evento Nano Aeroespacial 2006 consistiu em palestras de especialistas do setor aeroespacial, de cientistas ligados às Redes de Nanotecnologia nacionais e representantes da indústria e agentes financiadores. No Nano Aeroespacial 2007, houve ainda a realização de debate sobre o tema “Micro e Nanotecnologia e a Inovação e Competitividade do Setor Aeroespacial”, com grande participação de membros dos setores acadêmico, industrial, financeiro e regulatório (BRASIL, 2007c).

Parceiras internacionais nessa conferência foram a *Canews Organization* e a *American Society of Mechanical Engineers*. A *Canews* é uma organização sem fins lucrativos, com sede no Canadá, que busca o desenvolvimento de cooperação internacional que leve à aplicação de micro e nanotecnologias no setor aeroespacial. O DCTA assinou carta de intenções com a *Canews*, que criou um grupo de trabalho para o desenvolvimento de cooperação com vistas à implementação de projetos técnicos internacionais e de programas educativos (BRASIL, 2007c).

Foram propostas várias ações, entre elas o aprofundamento dos contatos e articulação dos componentes da cadeia produtiva do setor aeroespacial; a inclusão de ações orçamentárias específicas no COMAER e no MCT (este via Ministério da Defesa e Coordenadoria de Micro e Nanotecnologias/Novas Tecnologias); a realização de um curso educacional voltado aos pesquisadores das redes de nanotecnologia do MCT e Institutos do Milênio, sobre como aplicar os resultados de pesquisa no setor aeroespacial; e o desenvolvimento de sensores em projetos de cooperação internacional (BRASIL, 2007c).

Na área de nanotecnologia, a rigor, existem dois projetos em andamento no âmbito do COMAER. Um deles é o desenvolvimento de sensores infravermelhos nanoestruturados. Outro projeto é o que trata da ablação de metais a *laser*, que produz partículas nanométricas em suspensão. Em miniaturização, existem vários outros trabalhos: grades de Bragg em fibras ópticas, fibras fotônicas, óptica integrada, cerâmicas magnéticas e MEMS/NEMS.

Na área de MEMS, existe o projeto AcelerAD que se destina a produzir acelerômetros MEMS. Estão sendo discutidas as viabilidades de projetos para produção de giroscópios a MEMS, mas esse deverá constituir-se em outro projeto ainda a ser aprovado. Existem iniciativas

privadas de projetos de colaboração para produção de MEMS no Brasil, porém ainda em fase de negociação.

6 ANÁLISE

A capacidade de determinar a escala das atividades inovadoras, as características das empresas inovadoras e os fatores internos e sistêmicos que podem influenciar a inovação é um pré-requisito para o desenvolvimento e a análise de políticas que visem incentivar a inovação tecnológica.

No tocante à pesquisa em C&T com o foco na indústria de Defesa, que sempre desempenhou um papel ativo na sustentação do desenvolvimento brasileiro, principalmente nos anos 80, vive-se hoje um período caracterizado pela redução da taxa de produtividade, devido à queda pronunciada das encomendas militares e do volume das exportações (BRASIL, 2003).

Tais fatos, que têm levado à falência e à obsolescência o parque industrial nacional ligado à fabricação de materiais de emprego militar, geram reflexos bastante negativos, principalmente sobre as pequenas e médias empresas, justamente as que mais investem, proporcionalmente, nos esforços de desenvolvimento bélico (BRASIL, 2003).

Inicialmente, em relação ao aspecto tecnológico, analisando-se as atividades de C,T&I na área da nanotecnologia, realizadas nos Estados Unidos e na União Europeia, verifica-se que elas se encontram em estágios bem mais avançados do que no Brasil. Não só no aspecto de P&D, mas na sua aplicação em projetos espaciais.

São vários os projetos patrocinados pela NASA/ESA, com centenas de patentes, muitos já em fase de testes, aguardando somente a avaliação de desempenho em voos espaciais, enquanto, no Brasil, os projetos, além de serem em número reduzido, ainda se encontram em fases iniciais, sem previsão de testes em voos orbitais ou suborbitais.

No Brasil, um gargalo para o desenvolvimento da nanotecnologia para o setor aeroespacial é que a pesquisa implementada nesse setor ocorre somente em três institutos: o Instituto de Estudos Avançados (IEAv), pertencente ao DCTA/COMAER; o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), órgão vinculado ao MCT, e o Instituto de Química da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), que está envolvido na pesquisa de Nanotubos de Carbono (MALTA, 2003). As demais pesquisas em nanotecnologia estão espalhadas nas redes multidisciplinares em outros institutos de pesquisa, porém não aplicadas em projetos espaciais.

Em relação às estratégias de desenvolvimento da nanotecnologia e sua implantação em projetos espaciais, o Brasil vem seguindo os mesmos passos adotados pela NASA e pela ESA, embora em dimensões e velocidades

menores, devido à diferença no aporte de recursos e investimentos, discutida mais adiante.

Grupos de cientistas e pesquisadores reuniram-se a fim de traçarem estudos prospectivos, com vistas à elaboração de planos estratégicos para a capacitação do País em nanotecnologia. Foram definidos objetivos e ações em P&D na área espacial, tendo em vista o atendimento às diretrizes estratégicas definidas no PNAE, entre as quais se encontra o fomento de pesquisas destinadas ao desenvolvimento e à aplicação de tecnologias de caráter estratégico para os sistemas espaciais de interesse nacional.

Entretanto, no Brasil, é notória a defasagem temporal na implantação dessas diretrizes estratégicas no setor espacial em comparação aos países mais desenvolvidos, o que é uma consequência direta da defasagem tecnológica existente no que tange aos projetos espaciais.

Em relação aos investimentos realizados, o Brasil, atendendo à sua necessidade de investir em vários setores da sociedade, aloca seus recursos financeiros por um processo de negociação, em que a área de C,T&I concorre com as demais prioridades nacionais e, por isso, enfrenta dificuldades em obter os seus recursos orçamentários.

O Brasil, nos últimos anos, vem realizando investimentos ainda muito reduzidos na área de C,T&I, se comparados aos bilionários investimentos aplicados pelos norte-americanos e pelos países da União Europeia que dominam a tecnologia espacial, uma diferença mais ainda acentuada se comparados os investimentos em relação à nanotecnologia (INVERNIZZI, 2007).

A análise que se pode realizar sobre os dados levantados, comparados os investimentos dos Estados Unidos (NASA), da União Europeia (ESA) e do Brasil (AEB/MCT e DCTA/COMAER), denota a importância que a NASA e a ESA atribuem à inovação tecnológica. São investimentos anuais de bilhões de dólares na área de C,T&I, numa busca constante por novas tecnologias, com o objetivo de manter-se a supremacia militar no mundo e agregar-se a conquista da supremacia espacial.

A despeito das divergências nos aportes em investimentos, os Estados Unidos e a União Europeia realizaram estudos e planejamentos estratégicos para a implantação da nanotecnologia no setor espacial e efetivaram parcerias público-privadas com empresas de alta tecnologia, que são em número muito maior, com mais recursos, mais desenvolvidas e bem mais avançadas que as existentes no Brasil.

Também é relevante, para esta análise, o fato de que os Estados Unidos e a União Europeia encontram-se

nesse processo de elevados investimentos em C,T&I já há várias décadas, motivados pela corrida espacial e pelo desenvolvimento armamentista. Com a globalização dos mercados, o desenvolvimento de produtos também passou a exigir investimentos e inovações constantes para atender ao mercado de forma competitiva.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O avanço da tecnologia, que se reflete no desenvolvimento econômico, assume, atualmente, um papel estratégico e insubstituível no progresso e no posicionamento mundial das nações. A importância da área de C,T&I pode ser observada no papel que o domínio aeroespacial assume na ampliação da geopolítica das nações internacionalmente mais influentes.

Entretanto, os países que se encontram em estágios mais avançados no domínio das tecnologias críticas, voltadas para a área de Defesa e espaço, diante do potencial crescimento do Brasil, ampliaram as restrições comerciais e de acesso às tecnologias de Defesa e de uso aeroespacial, mediante mecanismos internacionais de controle de exportação e de transferência de tecnologias sensíveis.

Procurou-se analisar como vem sendo aplicada a nanotecnologia em projetos do setor espacial no mundo, em comparação ao que vem sendo realizado no Brasil, com foco no âmbito do COMAER.

Como desdobramento desta análise, ressalta-se que este trabalho proporcionou um maior conhecimento sobre os aspectos relacionados à implantação da nanotecnologia em projetos espaciais, o que pode contribuir para a conquista da superioridade ou supremacia espacial, um fator estratégico para a soberania de um país.

Quanto às estratégias de implantação da nanotecnologia no setor espacial, embora o Brasil esteja trilhando os mesmos caminhos dos EUA e da UE, há uma grande defasagem temporal daquele em relação a estes, o que é uma consequência direta da defasagem em relação aos projetos espaciais.

Além disso, a NASA e a ESA efetivaram parcerias público-privadas com empresas de alta tecnologia, que possuem muito mais recursos, são mais desenvolvidas e, tecnologicamente, bem mais avançadas que as existentes no Brasil.

No Brasil, na última década, os investimentos em C,T&I para aplicações espaciais foram quase insignificantes em comparação aos bilionários investimentos aplicados pelos EUA e pelos países da UE que dominam a tecnologia espacial, pois que,

em dez anos, foram investidos 9,5% do investimento anual nos EUA (\$1,5 bi/ano) e 6,3% (\$1 bi/ano) do investimento na UE.

É evidente a importância que a NASA e a ESA atribuem à inovação tecnológica. São investimentos anuais de bilhões de dólares na área de C,T&I, em uma busca constante por novas tecnologias, em favor da corrida espacial e pelo desenvolvimento armamentista, com o objetivo de manter-se a supremacia militar no mundo e agregar-se a conquista da supremacia espacial.

Contudo, essa defasagem é inconcebível para um país que deseja dominar tecnologias sensíveis para a área de defesa e espaço, conquistar o *status* de nação tecnologicamente autossuficiente e crescer de maneira sustentável, acompanhando os outros países do BRIC.

É importante ressaltar que a defasagem do Brasil, tanto na estratégia, quanto em investimentos em C,T&I, vai de encontro ao previsto por Janushkowsky, citado na fundamentação teórica deste trabalho, por meio da qual ele afirma que, para a conquista do poder espacial, deve haver uma busca contínua por melhores tecnologias espaciais (JUSSEL, 1998).

Mesmo o Brasil tendo competência internacionalmente reconhecida na área espacial, se o país almeja a conquista do seu lugar entre os países que dominam tecnologias críticas primordiais à defesa dos seus interesses nacionais, é vital que, além de serem definidas estratégias para a área de C,T&I, elas sejam perseguidas e implementadas na prática, a despeito de quaisquer dificuldades, visto tratar-se de uma questão de soberania nacional.

Para que essas estratégias possam ser implementadas com a eficácia e a eficiência almejadas, é imprescindível, entre outros fatores, o aporte contínuo de recursos financeiros oriundos dos principais agentes: governo e setor empresarial.

Além disso, ao investir-se mais em P&D e em C,T&I para defesa e espaço, os projetos, no âmbito do COMAER, serão beneficiados com as tecnologias inovadoras, como a nanotecnologia. O desenvolvimento e a implantação de microsistemas baseados em MEMS, nos projetos espaciais, poderão propiciar uma redução drástica na massa e no volume dos veículos e artefatos espaciais, o que, por consequência, poderá resultar em maior eficiência dos motores foguetes, além da independência tecnológica.

Como trabalhos futuros, para uma análise mais profunda do cenário nacional em C,T&I, sugere-se a aplicação da Família Frascati, de manuais, ou ainda do Manual de Bogotá, que é mais adequado à realidade econômica do Brasil (ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT, 1997).

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Agência Espacial Brasileira. **PNAE: Programa Nacional de Atividades Espaciais 2005-2014**. Brasília, 2005.
- BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Ciência Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional: Plano de Ação 2007-2010**. 2007a. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0203/203406.pdf>. Acesso em: 03 maio 2010.
- BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Nanotecnologia investimentos, resultados e demandas**. [S. l.], 2006a. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0019/19536.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2010.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Comando-Geral de Tecnologia Aeroespacial. **Plano Estratégico de Pesquisa e Desenvolvimento 2008-2018: DCA 80-2**. Brasília, DF, 2007b.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Instituto de Estudos Avançados. **Relatório do 2º Workshop em Nanotecnologia Aeroespacial**. São José dos Campos, 2006b.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Instituto de Estudos Avançados. **Relatório do 3º Workshop em Nanotecnologia Aeroespacial**. São José dos Campos, 2007c.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Ciência, Tecnologia e Inovação de Interesse da Defesa Nacional: concepção estratégica**. Brasília, 2003. 56p.
- DOLMAN, E. C. **Astropolitik: classical geopolitics in the space age**. Florida: Taylor&Francis, 2005.
- DREXLER, K. E. **Nanosystems: molecular machinery, manufacturing, and computation**. New York: Wiley, 1992.
- ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. Air Command and Staff College. **AU-18 Space Primer**. Alabama: Air University Press, 2009a.
- ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. Air Force Institute of Technology. **Critical Technologies for National Defense**. Washington D.C.: AIAA Education Series, 1991.
- ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. Department of Defense. **Military Critical Technology List: MCTL**. Parts I and III. 2009b. Disponível em <<http://www.dtic.mil/mctl/>>. Acesso em: 15 abr. 2010.
- ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. United States Air Force. **Global Engagement: A Vision for the 21st Century Air Force**. 1996. Disponível em: <<http://www.au.af.mil/au/awc/awcgate/global/global.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2010.
- ESTEC. **WTEC report**. In: ESTEC, European Space Technology Center of the European Space Agency (ESA). 1999. Disponível em: <http://www.wtec.org/loyola/satcom2/b_09.htm>. Acesso em: 10 jun. 2010.
- FEYNMAN, R. P. **There's plenty of room at the bottom**. In: Annual Meeting of the American Physical Society, 1959. Disponível em: <<http://www.zyvex.com/nanotech/feynman.html>>. Acesso em: 08 abr. 2010.
- FOSTER, L. E. **Nanotechnology: science, innovation, and opportunity**. New Jersey: Prentice Hall, 2009.
- GEORGE, T. **Overview of MEMS/NEMS Technology Development for Space Applications at NASA/JPL: Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology**. Pasadena, 2001. Disponível em: <<http://trs-new.jpl.nasa.gov/dspace/bitstream/2014/7152/1/03-0780.pdf>>. Acesso em: 23 mar. 2010.
- INVERNIZZI, N. **Brazilian scientists embrace nanotechnologies**. 2007. Disponível em: <<http://estudiosdeldesarrollo.net/relans/documentos/Visions-Brazil.pdf>>. Acesso em: 30 jun. 2010.
- JUSSEL, J.J. **Space Power Theory: a rising star**. 1998. 70 f. Research Report (Graduation) - Air Command and Staff College, Air University, Maxwell AFB, Alabama, 1998.
- MALTA, O. L., **Nanotechnology research and training requirements for sustainable development in the countries of younger industrialization**. In: EURONANOFORUM 2003. European Commission, Brussels, 2003. Disponível em: <<http://cordis.europa.eu/nanotechnology/src/euronanoforum.htm>>. Acesso em: 20 jun. 2010.
- BERG, J. E. **Space Power Theory**. [S. l.]: US Air Force Academy, 1999. 172p.
- ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT. **Manual de Oslo: Diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação**. 3.ed. [S.l.]: OECD/Eurostat, 1997.
- OSIANDER, R. et al. **MEMS and microstructures in aerospace applications**. Florida, USA: CRC Press, 2006.
- LUPTON, D.E. **On Space Warfare: A Space Power Doctrine**. Alabama: Air University Press, 1998.
- SHEA, H.R. **MEMS for pico- to micro-satellites**. In: EURONANOFORUM 2009 - European Commission, Prague Congress Centre, Czech Republic, 2009. Disponível em: <<http://cordis.europa.eu/nanotechnology/src/euronanoforum.htm>>. Acesso em: 12 abr. 2010.
- SOUZA, W. Ciência e tecnologia no Brasil: a evolução do financiamento. **Jornal Monitor Mercantil Digital**, Rio

de Janeiro, 2009. Disponível em: <<http://www.monitormercantil.com.br/mostranoticia.php?id=57569>>. Acesso em: 28 jun. 2010.

SPACESHIPONE. In: Wikipedia. Disponível em:<<http://pt.wikipedia.org/wiki/SpaceShipOne>>. Acesso em: 10 jun. 2010.

UNIÃO EUROPEIA. German Aerospace Center (DLR). **Applications of Nanotechnology in Space Developments and Systems**. Düsseldorf, Germany: VDI Technology

Center, Future Technologies Division. 2003. Disponível em: <<http://media.nanotech-now.com/pdf/space-nanotechnology-VDI.pdf>>. Acesso em: 14 mar. 2010.

UNIÃO EUROPEIA. **Public Funding of Nanotechnology: Economic Report**. Observatory Nano. 2010. Disponível em:<http://www.observatorynano.eu/project/filesystem/files/ObservatoryNano_Nanotechnologies_EconomicReport_2010.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2010.

A Inovação Tecnológica e a Criação do Conhecimento Organizacional

The Technological Innovation and the Creation of the Organizational Knowledge

La innovación tecnológica y la creación del conocimiento organizativo

Tenente Coronel Aviador Paulo Ricardo da Silva Mendes

Pós-Graduado em Física - UFL

MBA em Gestão de Processos com ênfase em Ciência e Tecnologia - UFF

Universidade da Força Aérea - Rio de Janeiro - RJ

paulom2001@gmail.com

RESUMO

O 1^o/6^o Grupo de Aviação é uma unidade aérea da Força Aérea Brasileira que, atualmente, passa por um processo de inovação tecnológica, com a implantação de um novo equipamento em suas aeronaves. A implantação desse equipamento permitirá à unidade cumprir um tipo de missão nunca realizada antes por seus tripulantes. Como consequência, o esquadrão viu-se diante do desafio de buscar conhecimentos que não possuía. Este trabalho se destinou a levantar dados que evidenciassem de que maneira a implantação desse novo equipamento influenciou a dinâmica de criação de conhecimentos na unidade aérea. A fundamentação teórica da pesquisa encontra embasamento na teoria de Nonaka e Taekuchi (1997) que se refere a quatro tipos de conversão entre os conhecimentos tácito e explícito. Por meio de uma pesquisa documental e da entrevista com um militar escolhido por sua experiência e envolvimento em todo o processo de implantação do referido equipamento, a pesquisa pode concluir que o processo de aquisição dos novos conhecimentos contemplou, em diferentes níveis de profundidade, aqueles quatro tipos de conversão do conhecimento. A pesquisa visou levantar, única e exclusivamente, os aspectos relacionados ao modo de criação do conhecimento organizacional, sem considerar a adequação de tal conhecimento às especificidades de operação do equipamento.

Palavras-chave: Conhecimento. Inovação. Tácito. Conversão.

Recebido / Received / Recebido
22/01/11

Aceito / Accepted / Acepto
24/03/11

ABSTRACT

The 1st/6th Aviation Group is an air unit of the Brazilian Air Force which currently undergoes a process of technological innovation, with the deployment of new equipment on its aircraft. The implementation of this equipment will allow the unit to fulfill a kind of mission never held by their crew before. As a result, the squadron found itself facing the challenge of seeking knowledge it did not possess. This study was designed to collect data that provided evidence on how the deployment of new equipment affected the dynamics of knowledge creation in the air unit. The theoretical foundation of the research relies on the theory of Nonaka and Takeuchi (1997), which refers to four kinds of conversion between tacit and explicit knowledge. Through documentary research and an interview with a military chosen for his experience and involvement in the process of deploying such equipment, the research concluded that the process of acquiring new knowledge went through those four types of knowledge conversion at different levels. This survey sought to solely assess aspects related to the mode of organizational knowledge creation, without considering the appropriateness of such knowledge to the specificities of equipment operation.

Keywords: Knowledge. Innovation. Tacit. Conversion.

RESUMEN

El 1º/6º Grupo de Aviación es una unidad aérea de la Fuerza Aérea Brasileña, que, actualmente, pasa por un proceso de innovación tecnológica, con la implantación de un nuevo equipaje en sus aeronaves. La implantación de ese equipaje permitirá a la unidad cumplir un tipo de misión nunca antes realizada por sus tripulantes. Como consecuencia, el escuadrón se vió delante del desafío de buscar conocimientos que no posea. Esta investigación se destinó a levantar datos que evidenciasen de qué manera la implantación de ese nuevo equipaje influyó la dinámica de embasamiento en la teoría de Nonaka y Takeuchi (1997) que se refiere a cuatro tipos de conversión entre los conocimientos tácito y explícito. Por medio de una investigación documental y de la entrevista con un militar elegido por su experiencia y involucramiento en todo el proceso de implantación del referido equipaje, la investigación puede concluir que el proceso de adquisición de nuevos conocimientos contempló, en diferentes niveles de profundidad, aquellos cuatro tipos de conversión del conocimiento. La investigación visó levantar única y exclusivamente los aspectos relacionados al modo de creación del conocimiento organizacional, sin considerar la adecuación de tal conocimiento a las especificidades de operación del equipaje.

Palabras- clave: Conocimiento. Innovación. Tácito. Conversión.

INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, as exigências do mundo moderno têm obrigado as organizações humanas a buscarem a incrementação de suas técnicas gerenciais, em todos os aspectos.

Um desses aspectos, particularmente importante para o escopo do presente trabalho, como será demonstrado adiante, é o da gestão do conhecimento nas organizações. Mas não aquela gestão do conhecimento que aborda puramente as técnicas de processamento de informações. Mas a que trata, mais especificamente, da criação do conhecimento nas organizações, o que, segundo Nonaka e Takeuchi (1997), sempre foi muito negligenciado nas teorias sobre conhecimento nas empresas.

Para esses autores, os estudos existentes a respeito do assunto dão ênfase ao acúmulo e à utilização do conhecimento existente na organização, carecendo, porém, de uma abordagem que trate da criação do conhecimento.

O presente trabalho visa, com base no referencial teórico proposto por Nonaka e Takeuchi (1997), analisar

o aspecto da criação do conhecimento no âmbito do Primeiro Esquadrão do Sexto Grupo de Aviación (1º/6º GAv).

Tal análise será feita tomando-se por base a recente implantação, no esquadrão, de um equipamento que dará uma nova capacidade à unidade aérea. Cabe ressaltar que tal processo de implantação ainda não foi concluído, visto que, até a data de conclusão da presente pesquisa, o equipamento não havia sido instalado em todas as aeronaves inicialmente previstas.

O motivo da realização da presente pesquisa, tendo como escopo a implantação do novo equipamento ao 1º/6º GAv, é o fato de que tal implantação trouxe nova realidade aos tripulantes daquela unidade aérea, em termos de missões a serem executadas. Com isso, o equipamento colocou a unidade em outro patamar de conhecimentos necessários ao cumprimento da nova missão.

Assim sendo, ocorreu uma inovação tecnológica na unidade aérea que, por sua vez, gerou a necessidade de criação de uma gama inteiramente nova de conhecimentos, dos quais seus integrantes não dispunham.

O problema a ser analisado na presente pesquisa é verificar de que forma os novos conhecimentos, necessários a partir da recente aquisição dos novos equipamentos, foram criados e disseminados no seio dos tripulantes da Unidade Aérea nos anos de 2009 e 2010.

Daí, segue-se o questionamento levantado pelo presente trabalho de pesquisa, formulado no seguinte objetivo: analisar de que maneira a inovação tecnológica influenciou a dinâmica de criação de conhecimentos por parte das equipagens do 1º/6º GAv nos anos de 2009 e 2010.

No desenvolvimento do trabalho, recorreu-se a uma pesquisa bibliográfica com o intuito de fundamentar os conceitos a respeito da criação do conhecimento organizacional, e uma pesquisa documental, buscando contextualizar a pesquisa, mostrando as fases definidas para o andamento do processo de implantação do novo equipamento.

Buscou-se, ainda, o levantamento de informações que complementassem aquelas obtidas na pesquisa documental, por meio de entrevista com um tripulante da unidade aérea diretamente envolvido com o processo de implantação, desde o seu início.

A pesquisa restringiu-se aos aspectos operacionais do processo, ou seja, buscou analisar, única e exclusivamente, a aquisição dos conhecimentos voltados à operação do equipamento, sem considerar aspectos relacionados à logística ou a quaisquer outros não relacionados diretamente à operação do equipamento.

Buscando facilitar o entendimento do tema desenvolvido, o trabalho foi dividido em três seções.

A seção 1 apresenta o referencial teórico considerado. Discutem-se, nessa seção, os tipos de conversão entre conhecimento tácito e explícito, o que, segundo Nonaka e Takeuchi (1997), é o ponto crucial na criação do conhecimento nas organizações.

A seção 2 apresenta a metodologia adotada, buscando a caracterização da pesquisa, apresentando, ainda, detalhes a respeito da pesquisa documental e da entrevista realizada.

Na seção 3, faz-se a análise dos dados coletados, procurando relacioná-los sistematicamente aos conceitos apresentados no referencial teórico apresentado na seção 1.

A importância do presente trabalho para o Comando da Aeronáutica (COMAER) fundamenta-se na necessidade de conhecer o preparo das equipagens daquela unidade aérea para o desempenho das novas missões que a unidade é agora capaz de cumprir. Como consequência, será possível ao COMAER conhecer de que maneira o esquadrão sedimentou e disseminou os conhecimentos necessários à operação do novo

equipamento no âmbito da unidade aérea, de forma a alcançar a excelência operacional no cumprimento da nova missão.

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Muitos pesquisadores discorrem sobre a gestão do conhecimento, procurando a distinção entre dado, informação e conhecimento. Segundo Davenport e Prusak (2000), é importante salientar que tais conceitos não são intercambiáveis e o êxito e o fracasso organizacional dependem, frequentemente, de saber de qual deles a organização precisa, qual ela já possui, e o que é ou não é possível fazer com cada um. Entender o que essas três coisas são e como transitar de uma para outra é essencial para se alcançar o êxito na gestão de conhecimento.

Os dados são um conjunto de fatos discretos, objetivos, sobre eventos. Em um contexto organizacional, dados são mais utilitariamente descritos como registros estruturados de transações. Quando um cliente vai a um posto de gasolina e enche o tanque de seu carro, por exemplo, essa operação pode ser parcialmente descrita por dados: quando fez a compra, quantos litros ele comprou, quanto pagou. Os dados não dizem nada sobre o motivo que o levou àquele posto e não outro, e não pode prever a probabilidade de ele voltar. Em si mesmos, tais fatos não dizem nada sobre se o serviço foi bem ou mal executado, se está ou não prosperando.

Quantitativamente, as organizações avaliam a gestão dos dados em termos de custos, velocidade e capacidade. Quanto custa obter ou recuperar uma parcela dos dados? Quão rapidamente podemos acessar o sistema de dados?

Medidas qualitativas de dados usualmente são respondidas pelas perguntas: Tem-se acesso aos dados quando se precisa deles? Eles são o que se precisa? A organização tem sentido sem esses dados?

Quanto à informação, Davenport e Prusak (2000) afirmam que muitos estudos a consideram uma mensagem, geralmente na forma de um documento ou uma comunicação audível ou visível. Assim, como acontece com qualquer mensagem, ela tem um emissor e um receptor. Informação destina-se a mudar a maneira como o receptor percebe alguma coisa, para ter um impacto sobre seu julgamento e comportamento. Deve informar. A palavra “informar” originalmente significava “dar forma” e informação visa moldar a pessoa que recebê-la, fazer alguma diferença em sua perspectiva. Estritamente falando, então, conclui-se que o receptor, e não o remetente, decide se a mensagem que ele obtém é realmente informação - isto é, se ela verdadeiramente o informa. Uma nota cheia de divagações alheias pode

ser considerada “informação” pelo escritor, mas julgada cheia de ruídos por parte do receptor.

A informação se movimenta em torno das organizações através de redes físicas e virtuais. A rede física tem uma infra-estrutura visível e definitiva: fios, antenas parabólicas, agências de correio, etc. A rede virtual é menos formal e visível, pois envolve o trânsito da informação pela rede internet ou intranet, por exemplo, através do correio eletrônico.

As medidas quantitativas de gerenciamento de informações tendem a incluir conectividade e transações: quantas contas de e-mail ou usuários da rede a organização possui? Quantas mensagens são enviadas em um determinado período?

As medidas qualitativas, por sua vez, são efetivadas por meio dos seguintes questionamentos, entre outros: será que a mensagem traz algum dado novo à organização? Ela ajuda a dar sentido a uma situação e contribuir para uma decisão ou a solução de um problema?

Ao contrário dos dados, a informação tem significado, ela está organizada para alguma finalidade - a “relevância e propósito” da definição de Drucker (1988, p. 46). Os dados tornam-se informação quando o seu criador acrescenta-lhes significado. Davenport e Prusak (2000) afirmam que dados são transformados em informação agregando valor de diversas maneiras.

Com relação ao conhecimento, a maioria das pessoas tem um senso intuitivo de que esse é mais vasto, mais profundo e mais rico do que o são dados ou informações. Segundo Davenport e Prusak (2000), conhecimento é uma mistura fluida de experiência estruturada, valores, informação contextual e discernimento que fornecem uma estrutura para avaliar e incorporar novas experiências e informações.

Essa definição deixa imediatamente claro que o conhecimento é uma mistura de vários elementos, é fluido, bem como formalmente estruturado, é intuitivo e, portanto, difícil de descrever com palavras ou compreender completamente em termos lógicos. O conhecimento existe dentro das pessoas, parte integrante da complexidade e imprevisibilidade humanas. Assim como uma partícula atômica pode parecer ser uma onda ou uma partícula, dependendo de como os cientistas a seguem, o conhecimento pode ser visto como processo ou estoque.

Conhecimento deriva da informação, como a informação deriva dos dados. Para que a informação se torne conhecimento, os seres humanos precisam fazer virtualmente todo o trabalho de transformação. Essa variação, tal qual a transformação de dados em informações, acontece por meio de algumas ideias, entre as quais:

- a) Comparação: como as informações sobre esta situação se comparam com outras situações conhecidas?
- b) Consequências: que implicações a informação tem para as decisões e ações futuras?
- c) Conexões: como esta parcela de conhecimento se relaciona com as demais?
- d) Conversação: o que as outras pessoas pensam sobre essa informação?

Claramente, essas atividades de criação de conhecimento ocorrem dentro e entre os seres humanos. Enquanto dados são encontrados em registros ou transações, e informações em mensagens, o conhecimento é obtido dos indivíduos, ou grupos, ou, às vezes, em rotinas organizacionais. Ele é entregue através de meios estruturados, tais como livros e documentos, e de pessoa para pessoa, por meio de contatos formais e informais.

Buscando sumarizar as ideias até aqui apresentadas a respeito de dados, informação e conhecimento, pode-se entender que dados são números ou fatos descritos de modo bruto, destituídos de valor; informações são dados processados, aos quais foi agregado algum significado, principalmente, pelo receptor; e o conhecimento é decorrente da sistematização das informações, da estruturação do conjunto de informações em uma rede de causa e efeito, de conexões entre idéias, e entre idéias e decisões ou ações futuras.

Nonaka e Takeuchi (1997) fazem ainda três observações importantes a respeito da distinção entre conhecimento e informação. Primeira, o conhecimento, ao contrário da informação, diz respeito a crenças e compromissos. O conhecimento é função de uma atitude, perspectiva ou intenção específica. Segunda, o conhecimento, ao contrário da informação, está relacionado à ação. É sempre o conhecimento “com algum fim”. E terceira, o conhecimento, como a informação, diz respeito ao significado. É específico ao contexto e relacional, o que se coaduna com as observações mencionadas no parágrafo anterior.

Na teoria da criação do conhecimento organizacional apresentada por Nonaka e Takeuchi (1997), esses autores adotam a definição tradicional de conhecimento, qual seja: “crença verdadeira justificada”. Tal definição encontra suas origens em Platão (29 a.C. - 347 a. C.), filósofo e matemático do período clássico da Grécia Antiga, precursor da epistemologia, que estuda a origem, a estrutura, os métodos e a validade do conhecimento.

Segundo Nonaka e Takeuchi (1997) há uma sutil, porém importante, diferença entre o enfoque do conhecimento nas filosofias ocidental e oriental.

Embora muito já se tenha escrito sobre a importância do conhecimento na gerência, prestou-se pouca atenção

às formas de criação do conhecimento e de administração do processo de criação do conhecimento. Apesar de toda a atenção dos principais observadores de negócios e da sociedade, nenhum deles examinou realmente os mecanismos e processos pelos quais o conhecimento é criado.

Segundo Nonaka e Takeuchi (1997), a razão para que haja essa tendência dos observadores ocidentais de não recorrerem ao tema da criação do conhecimento organizacional é que eles sempre partem da visão da organização como uma máquina para “processamento de informações”. Trata-se da visão do conhecimento como sendo algo eminentemente explícito, ou seja, algo formal e sistemático. O conhecimento explícito pode ser expresso em palavras e números, e facilmente comunicado e compartilhado sob a forma de dados brutos, fórmulas científicas, procedimentos codificados ou princípios universais. Assim, o conhecimento é visto como um código de computador, uma fórmula química ou um conjunto de regras gerais. Os autores lembram que Toffler (1990) utiliza as palavras “dados”, “informação” e “conhecimento” de forma intercambiável ao longo de sua obra, a fim de evitar repetições tediosas, o que vai de encontro aos pormenores detalhados anteriormente no presente trabalho, quando foi esclarecido que aqueles conceitos não são intercambiáveis.

Para Nonaka e Takeuchi (1997) as empresas japonesas têm uma forma muito diferente de entender o conhecimento. Admitem que o conhecimento expresso em palavras e números é apenas a ponta de um imenso *iceberg*. Veem o conhecimento como sendo basicamente tácito algo dificilmente visível e exprimível. O conhecimento tácito é altamente pessoal e difícil de formalizar, o que dificulta sua transmissão e compartilhamento. Conclusões pessoais, *insights* e até palpites subjetivos se incluem nessa categoria de conhecimento. Além disso, o conhecimento tácito está profundamente enraizado nas ações e experiências de um indivíduo, bem como em suas emoções, valores e ideais.

A unidade entre homem e natureza na filosofia oriental revela que a percepção japonesa é orientada para os objetos que são sutis, mas, ao mesmo tempo, visuais e concretos. Os japoneses tendem a permanecer em seu próprio mundo da experiência, sem recorrer a qualquer teoria abstrata ou metafísica a fim de determinar a relação entre o pensamento humano e a natureza. Essa atitude básica de unidade do homem e da natureza é uma das características mais importantes da tradição intelectual japonesa.

Outra tradição intelectual importante no Japão é a ênfase na personalidade total em oposição à noção ocidental de conhecimento. Para os japoneses,

conhecimento significa sabedoria adquirida a partir da perspectiva da personalidade como um todo. Essa orientação proporcionou uma base para a valorização da experiência pessoal e física em detrimento da abstração indireta e intelectual. Tal característica é de fundamental importância para o entendimento da teoria de criação do conhecimento organizacional defendida por Nonaka e Takeuchi (1997), na medida em que tal teoria traz como foco o conhecimento tácito, conforme será discutido adiante. Na teoria de criação do conhecimento organizacional apresentada por esses autores, a distinção entre conhecimento explícito e conhecimento tácito é a chave para a compreensão das diferenças entre as abordagens ocidental e japonesa do conhecimento. O conhecimento explícito pode ser facilmente “processado” por um computador, transmitido eletronicamente ou armazenado em bancos de dados. No entanto, a natureza subjetiva e intuitiva do conhecimento tácito dificulta o processamento e a transmissão do conhecimento adquirido por qualquer método sistemático ou lógico. De fato, o aprendizado mais poderoso vem da experiência direta. A criança aprende a comer, andar e falar através de tentativa e erro; aprende com o corpo, não apenas com a mente. Da mesma forma, os gerentes japoneses enfatizam a importância do aprendizado tanto a partir da experiência direta quanto por tentativa e erro. Assim como uma criança que está aprendendo a comer, andar a falar, eles aprendem com a mente e o corpo. Uma vez que se percebe a importância do conhecimento tácito, começa-se a considerar a inovação de uma forma inteiramente diferente. Não se trata apenas de reunir diversos dados e informações. Trata-se de um processo altamente individual de auto-renovação organizacional e pessoal. O compromisso pessoal dos funcionários e sua identificação com a empresa e sua missão tornam-se indispensáveis. Nesse sentido, a criação do novo conhecimento envolve tanto ideais quanto ideias. É o que serve de combustível para a inovação. Criar novos conhecimentos significa, quase literalmente, recriar a empresa e todos dentro dela em um processo contínuo de auto-renovação organizacional e pessoal. Não é uma responsabilidade de poucos eleitos, mas sim de todos os integrantes da organização.

Uma outra implicação a ser considerada na teoria de criação organizacional, apresentada por Nonaka e Takeuchi (1997), é a de que os gerentes precisam deixar a velha forma de pensar, segundo a qual o conhecimento pode ser adquirido, transmitido e treinado por meio de manuais, livros ou conferências. Em vez disso, precisa prestar mais atenção ao lado menos formal e sistemático do conhecimento, e começar a focar os *insights*, intuições

e palpites altamente subjetivos obtidos através do uso de metáforas, imagens ou experiências.

Para que possa ser comunicado e compartilhado dentro da organização, o conhecimento tácito terá que ser convertido em palavras ou números que qualquer um possa compreender. E é exatamente durante o tempo em que essa conversão ocorre, de tácito para explícito e, posteriormente, novamente em tácito, que o conhecimento organizacional é criado. Chega-se, assim, ao objeto da presente pesquisa, qual seja, analisar de que forma se deu a criação desse novo conhecimento organizacional no âmbito do 1º/6º GAv, a fim de absorver a inovação tecnológica proporcionada pela implantação do novo equipamento naquela unidade aérea.

Tendo sido expostas as características dos conhecimentos explícito e tácito, resta agora detalhar de que forma esses dois tipos interagem na criação do conhecimento organizacional propriamente dito, que é linha de ação do presente trabalho.

Nonaka e Takeuchi (1997) defendem que, embora se utilize a expressão “criação do conhecimento organizacional”, a organização não pode criar conhecimento por si mesma, sem a iniciativa dos indivíduos e a interação que ocorre dentro do grupo. O conhecimento pode ser amplificado ou cristalizado em nível de grupo, através de discussões, compartilhamento de experiências e observação. Os membros de uma equipe criam novas perspectivas através do diálogo e do debate. Esse diálogo pode envolver consideráveis conflitos e divergências, mas é exatamente esse conflito que impulsiona os funcionários a questionarem as premissas existentes e a compreenderem suas experiências de uma nova forma. Esse tipo de interação dinâmica facilita a transformação do conhecimento pessoal em conhecimento organizacional.

A interação mencionada no parágrafo anterior traduz-se na interação entre conhecimento tácito e conhecimento explícito dos membros de uma organização.

A essa interação dá-se o nome de **conversão do conhecimento**, e ocorre como um processo social, não confinado dentro do indivíduo, mas entre indivíduos. Assim, por meio desse processo de conversão social, o conhecimento tácito e o conhecimento explícito se

expandem tanto em termos de qualidade quanto de quantidade.

O pressuposto de que o conhecimento é criado através da interação entre o conhecimento tácito e o explícito permite, de imediato, a identificação de quatro tipos de conversão: de tácito em tácito, de tácito em explícito, de explícito em explícito e, novamente, de explícito em tácito. A cada um desses tipos de conversão, Nonaka e Takeuchi (1997) denominam conforme o quadro 1.

Nonaka e Takeuchi (1997) definem Socialização como um processo de compartilhamento de experiências e, a partir daí, da criação do conhecimento tácito, como modelos mentais ou habilidades técnicas compartilhadas. Um indivíduo pode adquirir conhecimento tácito diretamente pelo contato direto com outros, sem o uso da linguagem. Os aprendizes trabalham com seus mestres e aprendem sua arte não através da linguagem, mas sim por meio da observação, imitação e prática. O segredo para a aquisição do conhecimento tácito é a experiência.

A Socialização significa o compartilhamento do conhecimento tácito, ou seja, o início do processo, a criação de um campo no qual os indivíduos possam interagir uns com os outros através de diálogos pessoais. Há então o compartilhamento de experiências entre pessoas com diferentes históricos, perspectivas e motivações. É uma etapa crítica de todo o processo de criação do conhecimento.

Silva e Rozenfeld (2007) afirmam que esse conhecimento compartilhado acontece, normalmente, quando:

- a. ocorre diálogo frequente e comunicação “face-a-face”;
- b. *brainstorming*, *insights* e intuições são valorizados, disseminados e analisados (discutidos) sob várias perspectivas (por grupos heterogêneos);
- c. valoriza-se o trabalho do tipo “mestre-aprendiz”: observação, imitação e prática acompanhada por um tutor; e
- d. há compartilhamento de experiências e modelos mentais via trabalho em equipe.

A Externalização é um processo de articulação do conhecimento tácito em conceitos explícitos. Nesse processo, o conhecimento tácito se torna explícito, na

Quadro 1: Modos de conversão de conhecimento.

De:	Para:	
	Conhecimento tácito	Conhecimento explícito
Conhecimento tácito	SOCIALIZAÇÃO	EXTERNALIZAÇÃO
Conhecimento explícito	INTERNALIZAÇÃO	COMBINAÇÃO

Fonte: Nonaka e Takeuchi (1997, p. 65)

forma de metáforas, analogias, conceitos, hipóteses ou modelos.

Os autores defendem que, quando se tenta conceitualizar uma imagem, a expressamos basicamente através da linguagem escrita, como uma forma de converter o conhecimento tácito em conhecimento articulável. O modo de externalização da conversão do conhecimento normalmente é visto no processo de criação do conceito e é provocado pelo diálogo ou pela reflexão coletiva.

Dentre os quatro modos de conversão do conhecimento, a externalização é a chave para a sua criação, pois cria conceitos novos e explícitos a partir do conhecimento tácito.

A Externalização refere-se à criação de conceitos. Nessa fase ocorre a interação mais intensa entre conhecimento tácito e explícito. Por meio do compartilhamento de um modelo mental, é formado um campo de interação, o modelo mental tácito é verbalizado em palavras, frases e cristalizado em conceitos explícitos.

Segundo Silva e Rozenfeld (2007), normalmente, esse conhecimento conceitual acontece por meio de:

a. representação simbólica do conhecimento tácito através de modelos, conceitos, hipóteses etc., construídos por meio de metáforas/analogias ou dedução/indução, fazendo uso de toda a riqueza da linguagem figurada para tentar externalizar a maior fração possível do conhecimento tácito;

b. descrição de parte do conhecimento tácito, por meio de planilhas, textos, imagens, figuras, regras, etc.; e

c. relatos orais e filmes (gravação de relatos orais e imagens de ocorrências/ações).

Quanto à Combinação, define-se como um processo de sistematização de conceitos em um sistema de conhecimentos. Esse modo de conversão envolve a combinação de conjuntos diferentes de conhecimento explícito. Os indivíduos trocam e combinam conhecimentos por meio de documentos, reuniões, conversas ao telefone ou redes de comunicação computadorizadas. A reconfiguração das informações existentes através da classificação, do acréscimo, da combinação e da categorização do conhecimento explícito (como o realizado em bancos de dados de computadores) pode levar a novos conhecimentos. A criação do conhecimento realizada através da educação e do treinamento formal nas escolas normalmente assume essa forma. O ensino ministrado em um curso de pós-graduação em administração é um exemplo.

Ainda segundo Nonaka e Takeuchi (1997), a Combinação é a justificação de conceitos e parte da definição do conhecimento como “crença verdadeira e

justificada”, novos conceitos criados por indivíduos ou pela equipe precisam ser justificados em determinado momento do processo. A justificação está relacionada ao processo de determinação de que os conceitos recém-criados são realmente úteis para a organização. A organização deve conduzir a justificação de conceitos criados anteriormente na fase de criação de conceitos.

Silva e Rozenfeld (2007) esclarecem que esse conhecimento sistêmico acontece, normalmente, por meio do agrupamento (classificação, sumarização) e processamento de diferentes conhecimentos explícitos.

A Internalização é o processo de incorporação do conhecimento explícito ao conhecimento tácito. É intimamente relacionada ao “aprender fazendo”. Quando são internalizadas nas bases do conhecimento tácito dos indivíduos sob a forma de modelos mentais ou *know-how* técnico compartilhado, as experiências obtidas através da socialização, externalização e combinação tornam-se ativos valiosos.

Para que o conhecimento explícito se torne tácito, é necessária a verbalização e diagramação do conhecimento sob a forma de documentos, manuais ou histórias orais. A documentação ajuda os indivíduos a internalizarem suas experiências, aumentando assim seu conhecimento tácito. Além disso, documentos ou manuais facilitam a transferência do conhecimento explícito para outras pessoas, ajudando-as a vivenciar indiretamente as experiências dos outros.

Nonaka e Takeuchi (1997) defendem, ainda, que a internalização também pode ocorrer sem que se tenha que “reexperimentar” as experiências de outras pessoas. Por exemplo, se ler ou ouvir uma história de sucesso faz com que alguns membros da organização sintam o realismo e a essência da história, a experiência que ocorreu no passado pode se transformar em um modelo mental tácito. Quando a maioria dos membros da organização compartilha de tal modelo mental, o conhecimento tácito passa a fazer parte da cultura organizacional.

Para Silva e Rozenfeld (2007), normalmente esse conhecimento operacional acontece por meio de:

a. leitura/visualização e estudo individual de documentos de diferentes formatos/tipos (textos, imagens etc.);

b. prática individual; e

c. reinterpretar/reexperimentar, individualmente, vivências e práticas.

No entanto, para viabilizar a criação do conhecimento organizacional, o conhecimento tácito acumulado precisa ser socializado com os outros membros da

organização, iniciando assim uma nova espiral de criação do conhecimento, que será detalhada mais adiante no presente trabalho.

2 METODOLOGIA

Antes de descrever a metodologia propriamente dita, vale lembrar que o objetivo da pesquisa é analisar de que maneira a inovação tecnológica influenciou a dinâmica de criação de conhecimentos por parte das equipagens do 1º/6º GAv nos anos de 2009 e 2010.

Tal objetivo visa esclarecer de que forma os novos conhecimentos, necessários a partir da recente aquisição dos novos equipamentos, foram criados e disseminados no seio dos tripulantes da Unidade Aérea.

Como instrumento de pesquisa foi utilizada uma entrevista padronizada, que, segundo Marconi e Lakatos (2009), é aquela em que o entrevistador segue um roteiro previamente estabelecido; as perguntas feitas ao indivíduo são predefinidas; se realiza de acordo com um formulário pré-elaborado e é efetuada de preferência com pessoas selecionadas de acordo com um plano.

Procurou-se, com isso, explicitar as práticas de unidade aérea associadas à conversão do conhecimento. Uma análise conjunta dos documentos e das respostas à entrevista possibilitou o delineamento de um panorama das práticas organizacionais relativas à gestão do conhecimento no âmbito da unidade aérea, segundo uma análise qualitativa do pesquisador à luz da compreensão deste a respeito dos conceitos descritos na fundamentação teórica.

As perguntas constantes na entrevista buscavam relacionar os conceitos de conversão do conhecimento às práticas gerenciais, no intuito de identificar a ocorrência dos quatro tipos de conversão do conhecimento, conforme teorizadas por Nonaka e Takeuchi (1997).

Para a realização da entrevista, foi empregado um formulário com 11 questões que, segundo Marconi e Lakatos (2009), é uma lista formal, ou inventário, destinada à coleta de dados resultantes quer da observação, quer de interrogatório, cujo preenchimento é feito pelo próprio investigador, à medida que faz as observações ou recebe as respostas.

Ainda segundo Marconi e Lakatos (2009), uma das vantagens do formulário é a flexibilidade, o que permite ao entrevistador reformular itens ou ajustá-lo à compreensão de cada informante. Tal característica foi empregada por este pesquisador, a fim de adaptar os questionamentos àqueles que efetivamente permitissem obter as respostas referentes à conversão do conhecimento no âmbito da pesquisa.

Como desvantagens do uso do formulário, Marconi e Lakatos (2009) listam as seguintes:

- a) menor liberdade nas respostas, em virtude da presença do entrevistador;
- b) risco de distorções, pela influência do aplicador;
- c) menos prazo para responder às perguntas, não havendo tempo para pensar, elas podem ser invalidadas;
- d) mais demorado, por ser aplicado a uma pessoa de cada vez;
- e) insegurança das respostas, por falta do anonimato; e
- f) pessoas possuidoras de informações necessárias podem estar em localidades muito distantes, tornando a resposta difícil, demorada e dispendiosa.

As desvantagens listadas nos itens a), b) e e) dizem respeito à possível influência do entrevistador, o que, no entendimento deste pesquisador, não pode ser valorada. Este pesquisador pertenceu, durante 10 anos, até o ano de 2009, ao efetivo daquela unidade aérea, tendo trabalhado, portanto, durante muito tempo, com os integrantes do Grupo DR. Tal tempo de convivência permitiu criar uma identificação com os membros do referido Grupo, identificação essa que afasta qualquer possibilidade de eventual influência do pesquisador nas respostas dadas pelo entrevistado, “por falta de anonimato” ou “menor liberdade nas respostas”.

A dificuldade contida no item d não ocorreu, devido ao fato de que apenas um integrante do esquadrão foi entrevistado.

Quanto às dificuldades listadas nos itens c) e f), este pesquisador entende terem sido minimizadas, justamente pelo clima cordial existente, facilitado pela convivência desde longa data, entre o entrevistador e o entrevistado, além da grande vivência e experiência do entrevistado na missão da unidade aérea. Tal experiência, por sinal, serviu de parâmetro para a escolha desse militar como entrevistado.

A primeira pergunta do formulário da entrevista, combinada com a décima, buscava levantar se a missão do Grupo DR, equipe formada para por em prática a implantação do equipamento, havia sido claramente compreendida por seus integrantes. O motivo de tal questionamento é confrontá-lo com a idéia defendida por Nonaka e Takeuchi (1997), segundo a qual, para a efetiva criação de novos conhecimentos no âmbito das organizações, o compromisso pessoal dos funcionários e sua identificação com a empresa e sua missão tornam-se indispensáveis. A décima questão visava identificar se, por meio da motivação, os integrantes de unidade aérea se identificaram com a organização e a missão de aquisição de novos conhecimentos.

A segunda pergunta da entrevista visava levantar qual o cabedal de conhecimentos dos militares responsáveis pelo processo de implantação do equipamento, no intuito de estabelecer se os integrantes do Grupo DR detinham conhecimentos prévios a respeito do assunto.

A terceira, a quarta e a quinta perguntas buscavam identificar, de forma objetiva, se houve a conversão de conhecimento tácito em conhecimento explícito, chamada por Nonaka e Takeuchi (1997) de Externalização, conforme descrita anteriormente. De acordo com a resposta a essas questões, seria possível inferir se os integrantes da unidade detinham conhecimentos prévios, e de que forma tais conhecimentos foram utilizados na criação de novos conceitos, pois, segundo Nonaka e Takeuchi (1997), a fase de externalização pode ser observada na criação de conceitos, e é provocada pelo diálogo ou reflexão coletiva.

A sexta e a sétima questões visavam levantar de que maneira os integrantes do esquadrão, que eventualmente detinham algum conhecimento prévio, interagiram para a disseminação desse novo conhecimento. A resposta a essa pergunta poderia revelar um modo de socialização, onde os membros da unidade compartilham experiências e convertem seus próprios conhecimentos tácitos em conhecimento tácitos dos demais integrantes.

A oitava pergunta visava esclarecer se houve busca em outras fontes de conhecimentos, não restritas aos manuais e instruções obtidas apenas no âmbito do 1º/6º GAv ou de outras unidades. Tal questionamento se justifica na pergunta seguinte, onde se buscou identificar a conversão do conhecimento denominada por Nonaka e Takeuchi (1997) de Sistematização, segundo a qual conhecimentos de diversas fontes são organizados em um sistema único.

A décima primeira pergunta, por fim, buscava identificar uma interação entre conhecimentos explícitos previamente existentes e aqueles que estavam sendo criados. Embora a questão não aborde, de forma clara, algum tipo de interação entre conhecimentos tácitos e/ou explícitos, o entrevistado forneceu uma importante informação a respeito das condições capacitadoras para criação do conhecimento, que será apresentada na análise dos dados.

Quanto ao entrevistado, o mesmo integra a equipe formada no âmbito da unidade aérea, oficialmente encarregada do processo de implantação do novo equipamento, o já mencionado Grupo DR. Além disso, o militar possui grande vivência e experiência na missão do 1º/6º GAv e é o único integrante da equipe a fazer parte da comissão fiscalizadora do contrato de aquisição do equipamento desde o início do processo, conforme levantado na pesquisa documental.

Como integrante da referida comissão, o entrevistado teve oportunidade de representar a unidade aérea em todas as reuniões formais ocorridas entre a FAB e a empresa contratada, fabricante do equipamento, representando o elemento operacional no processo. Com isso, esse militar pôde acompanhar todo o andamento do projeto, tanto no âmbito interno quanto externo à unidade aérea, credenciando-o como elemento mais qualificado para a entrevista, do ponto de vista operacional, conforme escopo da pesquisa, mencionado na introdução deste trabalho.

Em relação aos procedimentos técnicos utilizados, a pesquisa enquadra-se como bibliográfica e documental, visto terem sido considerados trabalhos anteriores e bibliografia a respeito do assunto “criação do conhecimento”, conforme descritos nas seções anteriores, além de documentos existentes na Unidade Aérea relativos à implantação da nova tecnologia.

O autor da pesquisa pretendeu levantar se os novos conhecimentos necessários, decorrentes da implantação do novo equipamento, foram criados no âmbito organizacional conforme a fundamentação teórica descrita na seção 1. Em outras palavras, pretende-se levantar se ocorreram as conversões de conhecimento teorizadas por Nonaka e Takeuchi (1997), quais sejam, Socialização, Externalização, Combinação e Internalização.

A razão para tal levantamento deriva das colocações daqueles autores, em relação à criação do conhecimento organizacional. Para Nonaka e Takeuchi (1997), uma organização não pode criar conhecimento sem os indivíduos. A organização apoia os indivíduos criativos ou propicia contextos para que criem o conhecimento. A criação do conhecimento organizacional, dessa forma, deve ser compreendida como um processo que amplifica “organizacionalmente” o conhecimento criado pelos indivíduos e o cristaliza como parte da rede de conhecimentos da organização, e o segredo para esta criação está na mobilização e conversão do conhecimento tácito, ou seja, aquele conhecimento pessoal, específico ao contexto e, por isso, difícil de comunicar.

No tocante à conversão de conhecimento, o modelo proposto por Nonaka e Takeuchi (1997) parte do princípio de que os conhecimentos tácito e explícito pré-existem no interior da organização. A conversão do conhecimento ocorre quando o conhecimento tácito e o explícito interagem entre si, e tal interação se dá por meio dos quatro modos descritos na seção 1, lembrados aqui de forma resumida.

Inicialmente, ocorre a interação entre indivíduos detentores do conhecimento em questão, facilitando o compartilhamento das experiências e modelos mentais.

É a fase de socialização, que converte o conhecimento tácito de uns em conhecimento tácito de outros indivíduos. Após isso, provocada pelo diálogo ou reflexão, por meio da qual os membros da equipe são levados a explicitarem o conhecimento oculto, que é difícil de ser comunicado, ocorre a externalização. Nessa fase o conhecimento tácito é convertido em explícito. Num terceiro momento destaca-se a união do conhecimento recém-criado com aquele já existente no repositório de conhecimentos da organização, o que ocorre na fase de combinação, onde o conhecimento explícito dos indivíduos é convertido em conhecimento explícito da organização. Por fim, o “aprender fazendo” provoca a internalização, na qual o conhecimento explícito da organização converte-se novamente em conhecimento tácito dos indivíduos, porém, agora num nível mais elevado, iniciando-se novo ciclo. Esse processo cíclico caracteriza a espiral do conhecimento, proposta por Nonaka e Takeuchi (1997), conforme figura 1 abaixo.

3 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

O documento intitulado **Estudo sobre a Implantação das Aeronaves R-35AM e dos Sensores DR-3000 no 1º/6º GAv**, emitido pelo Comandante do 1º/6º GAv em 2009, tem como objetivo estabelecer os parâmetros a serem observados durante todo o processo de implantação do equipamento, em termos de aquisição de conhecimentos, bem como definir a equipe responsável por tal processo, chamado Grupo DR.

O documento supramencionado inicia descrevendo um breve histórico da implantação do equipamento nas aeronaves daquela unidade aérea. Após, faz uma análise relativa à capacitação técnica das equipagens, aos aspectos operacionais, à adequação de cursos ministrados em outras unidades aéreas às necessidades dos tripulantes do 1º/6º GAv e à adequação do Programa de Instrução e Manutenção Operacional (PIMO) do esquadrão às necessidades advindas da implantação do novo equipamento, dentre as quais, a implantação da nova doutrina necessária ao emprego do mesmo.

Já no ano de 2010, o Programa de Trabalho Anual (PTA) da Terceira Força Aérea, Comando Operacional ao qual o 1º/6º GAv é subordinado, determina que a unidade aérea deve alcançar a excelência operacional no cumprimento da nova missão que o novo equipamento permitirá à unidade cumprir, devendo, para tanto, atentar para as adequações de infraestrutura, capacitação técnico-profissional, adequações doutrinárias e desenvolvimento de novas táticas e técnicas.

Em cumprimento à determinação do comando superior, o 1º/6º GAv emitiu o documento intitulado Estudo sobre a Implantação das Aeronaves R-35AM e dos Sensores DR-3000 no 1º/6º GAv, conforme mencionado anteriormente.

Após definir a constituição do Grupo DR, esse documento analisa, entre outros, os seguintes aspectos envolvidos no processo de implantação do referido equipamento:



Figura 1: Espiral do Conhecimento
 Fonte: Nonaka e Takeuchi (1997, p.80)

- a) capacitação operacional de tripulantes;
- b) adequação do PIMO 2010 do 1º/6 GAv;
- c) implantação e disseminação da nova doutrina no âmbito da unidade; e
- d) intercâmbios operacionais com outras unidades aéreas.

O documento informa que, desde 2008, a unidade aérea vem realizando intercâmbios com outras unidades da FAB que operam o mesmo sensor.

Como consequência desses intercâmbios, a unidade verificou que, para o cumprimento da nova missão, a tripulação deveria contar com um Operador de Equipamentos Especiais (OE), cuja formação estava a cargo de outra unidade da FAB.

Com base na formação do OE ministrada nessa outra unidade, o 1º/6º GAv elaborou um esboço da formação operacional do seu OE, com as devidas adaptações.

No aspecto da adequação do Programa de Instrução e Manutenção Operacional, o levantamento documental permitiu concluir que o esquadrão sistematizou as novas exigências de formação operacional de pilotos e operadores de equipamentos no PIMO da unidade aérea, estabelecendo a quantidade de missões necessárias às instruções específicas a serem cumpridas pelos tripulantes, bem como os pré-requisitos e o número de horas de voo a serem cumpridas pelos mesmos em cada instrução.

Quanto ao aspecto de implementação da nova doutrina, a documentação analisada permite concluir que a unidade aérea conseguiu sistematizá-la.

Todas as interpretações até aqui mencionadas foram confirmadas pelas informações levantadas na entrevista, como será descrito a seguir.

O entrevistado esclareceu que a missão atribuída pelo comandante da unidade aérea foi claramente estabelecida e compreendida pelos integrantes do Grupo DR, qual seja, gerir todo o processo de implantação do novo equipamento, preparando as equipagens, propondo cursos, montando programas de instrução aos tripulantes, de forma a deixá-los em condições de operar o equipamento com o nível de excelência exigido para a missão.

A respeito do modo de conversão do conhecimento chamado Combinação, Nonaka e Takeuchi (1997) afirmam que a reconfiguração das informações existentes através da classificação, do acréscimo, da combinação e da categorização do conhecimento explícito (como o realizado em bancos de dados de computadores) pode levar a novos conhecimentos.

Tanto o entrevistado quanto os demais integrantes do Grupo DR possuem cursos específicos relacionados à nova doutrina que estava sendo implantada no

âmbito da unidade aérea. Evidencia-se, com isso, que os integrantes do Grupo DR possuíam conhecimentos prévios, adquiridos em cursos formais realizados no decorrer da carreira.

O entrevistado comentou, ainda, que existia uma rotina de trabalho no Grupo DR, segundo a qual, “tudo deveria ser escrito”. Ou seja, qualquer nova informação obtida pelos membros da equipe deveria ser registrada em um banco de dados criado especificamente para esse fim. Complementando essa informação, o entrevistado afirmou que foram estabelecidos, como fontes de consulta a serem sistematizadas nesse banco de dados, as documentações recebidas, ou enviadas, e os manuais consultados de outras unidades.

Tais informações permitem, no entendimento deste pesquisador, identificar a ocorrência da conversão de conhecimento chamada de Combinação, no processo de criação do conhecimento organizacional.

Além disso, ao Grupo DR foi dada plena liberdade de pesquisa, tendo sido levantadas informações inclusive por meio da Internet, onde seus integrantes buscaram dados de outras forças aéreas a respeito do emprego daquele tipo de equipamento, bem como da aeronave.

Embora tal fato indique a ocorrência de uma providência inicial no sentido de sistematizar o conhecimento, qual seja, a busca em várias fontes, aqui não é possível caracterizar claramente o modo de conversão do conhecimento chamado Combinação, visto que o conhecimento adquirido por meio da internet não pode ser considerado plenamente confiável, principalmente aquele relacionado à operação de um equipamento um tanto quanto especializado.

Quanto à pré-existência de conhecimentos tácitos, o entrevistado salientou que os oficiais do efetivo da unidade aérea que possuem conhecimentos prévios relacionados ao novo equipamento tiveram importante participação quando da montagem do curso interno de disseminação da nova doutrina, na medida em que foram chamados para revisarem as aulas que seriam ministradas no referido curso.

Segundo Nonaka e Takeuchi (1997), a tradição japonesa de ênfase no conhecimento total, em oposição à noção ocidental de conhecimento, proporcionou uma base para a valorização da experiência pessoal em detrimento da abstração indireta e intelectual. Tal característica é de fundamental importância para o entendimento da teoria de criação do conhecimento organizacional defendida por aqueles autores, na medida em que tal teoria traz como foco o conhecimento tácito.

Dentre os quatro modos de conversão do conhecimento, a Externalização é a chave para a criação do conhecimento, pois cria conceitos novos e explícitos

a partir do conhecimento tácito, de acordo com as idéias apresentadas na seção 1. A Externalização refere-se à criação de conceitos. Nessa fase ocorre a interação mais intensa entre os conhecimentos tácito e explícito. Por meio do compartilhamento de um modelo mental, é formado um campo de interação; o modelo mental tácito é verbalizado em palavras, frases e cristalizado em conceitos explícitos.

Ainda conforme descrito na seção 1, Silva e Rozenfeld (2007) definem que esse tipo de conversão de conhecimento conceitual acontece por meio de:

a) representação simbólica do conhecimento tácito através de modelos, conceitos, hipóteses etc, construídos por meio de metáforas/analogias ou dedução/indução, fazendo uso de toda a riqueza da linguagem figurada para tentar externalizar a maior fração possível do conhecimento tácito; e

b) descrição de parte do conhecimento tácito, por meio de planilhas, textos, imagens, figuras, regras, etc.

Assim, a criação, pelo Grupo DR, do Manual de Implantação do R-35AM, aeronave na qual seria instalado o novo equipamento, pode ser localizada no tipo de conversão do conhecimento chamado de Externalização, na medida em que conhecimentos tácitos foram articulados em conhecimentos explícitos, por meio da linguagem escrita, conforme mencionado na seção 1. Da mesma forma, pode-se situar nesse tipo de conversão, a confecção do PIMO 2010 da unidade aérea, que já contempla conhecimentos necessários à operação do novo equipamento. Cabe ressaltar que o manual específico de emprego do equipamento ainda está em fase de confecção na unidade aérea, motivo pelo qual a aquisição dos conhecimentos necessários para a operação do mesmo não levam em conta esses manuais.

Com respeito à Socialização, o entrevistado afirma que foram consideradas características da própria aeronave que, por sua vez, já eram do conhecimento dos integrantes da equipe do Grupo DR, visto que, à exceção de um dos integrantes, todos os demais são pilotos de outra versão da mesma aeronave, com diferenças mínimas em termos técnicos e de operação. Ou seja, os integrantes do Grupo DR possuíam conhecimentos prévios a respeito da operação de uma versão praticamente idêntica da aeronave a ser implantada.

Evidencia-se aqui a existência de habilidades advindas da experiência prévia daqueles militares, adquirida por meio do treinamento e, como foi dito na seção 1, o conhecimento tácito está profundamente enraizado nas ações e experiências do indivíduo.

Com relação à reestruturação do PIMO do 1º/6º GAv, o entrevistado comentou que a necessidade de

formação de tripulantes capacitados à operação do novo equipamento fez com que a unidade aérea buscasse adquirir conhecimentos junto a outros esquadrões da FAB que já operavam equipamento similar. Foram realizados, então, intercâmbios dos tripulantes do 1º/6º GAv com os daquelas unidades.

Tripulantes do 1º/6º foram enviados àquelas unidades, a fim de receberem treinamento teórico e prático, por meio de instrução em bancada e instrução aérea, sobre a operação do equipamento. Da mesma forma, instrutores daquelas unidades foram trazidos ao 1º/6º GAv a fim de ministrarem instrução aos integrantes do Grupo DR.

Dessa forma, as respostas obtidas na quarta questão permitiram ao pesquisador concluir que a unidade aérea desenvolveu criterioso planejamento na reestruturação do PIMO da unidade. Esse planejamento envolveu a transferência de experiências entre tripulantes possuidores de habilidades prévias, ou seja, conhecimento tácito, na operação do equipamento que estava sendo implantado, ou similar.

Cabe sumarizar aqui as palavras de Nonaka e Takeuchi (1997), segundo os quais, os gerentes atuais devem abandonar a idéia de que os conhecimentos só podem ser adquiridos por meio de manuais. Em vez disso, precisam prestar mais atenção ao lado menos formal e sistemático do conhecimento, devendo focar em *insights* e intuições subjetivas, obtidos através da experiência.

O entrevistado salientou que os oficiais do efetivo da unidade aérea que possuem conhecimento prévio na doutrina que estava sendo implantada na unidade tiveram importante participação, na medida em que foram chamados para revisarem as aulas que seriam ministradas no curso que visava a criação e disseminação dessa nova doutrina.

Evidencia-se, com isso, a ocorrência do modo de conversão de conhecimento chamado Socialização, porém, merece destaque, o fato de que, segundo Nonaka e Takeuchi (1997), sendo fundamentada na experiência, a Socialização exige a existência de experiência prévia para ser transmitida.

Como o equipamento que estava sendo implantado é algo um tanto quanto novo para os integrantes da unidade, ainda não há, entre esses, militares com experiência suficiente na operação do mesmo. Com isso, embora tenham sido identificados indícios claros da ocorrência da Socialização, tal conversão de conhecimento não foi, no entendimento deste pesquisador, atingida em sua plenitude.

Com relação à Internalização, um importante fator comentado pelo entrevistado é que ocorreram, mensalmente, reuniões do Grupo DR com os demais

oficiais do esquadrão, com o objetivo de atualizá-los a respeito do andamento do processo de implantação do novo equipamentos.

Percebe-se, ainda, a ocorrência da Internalização, na medida em que os tripulantes do 1º/6º GAv receberam, além das instruções práticas, instruções formais, em sala de aula, onde o conhecimento explícito contido nos manuais de operação das unidades de patrulha foram “traduzidos” para a linguagem oral, e escrito por militares que possuem experiência prática no assunto em questão.

A ocorrência dessas reuniões contribuiu para a conversão do conhecimento descrita como Internalização, visto que servem para, além de transmitir informações, manter os demais oficiais motivados em relação a todo o processo, motivação essa relacionada à perspectiva de realização de uma nova missão pela unidade.

Essas observações sinalizam para o fato de que, não apenas a equipe responsável pela implantação do novo equipamento, mas todo o efetivo da unidade aérea encontrava-se motivada, o que, segundo Nonaka e Takeuchi (1997), é pré-requisito para a efetiva criação do conhecimento organizacional.

Assim, pode-se sintetizar os modos de conversão de conhecimento levantados na pesquisa, afirmando que, no que diz respeito à Combinação, a mesma foi evidenciada em alguns aspectos, principalmente no que diz respeito à confecção dos manuais, porém, em outros, não foi possível identificá-la claramente, como na busca de informações na internet. Sendo esse um meio não confiável, não é possível creditar ao mesmo a fidelidade necessária a um conjunto mais amplo e sistematizado de conhecimentos.

A Externalização foi identificada pela produção, no âmbito da unidade aérea, de material formal relacionado ao conhecimento necessário à operação do novo equipamento, como o PIMO do esquadrão, carecendo, porém, de um volume maior de materiais desse tipo, visto que o PIMO não apresenta conhecimentos explícitos mas, de outra forma, os processos de aquisição desse conhecimento.

A Internalização foi identificada pela ocorrência de reuniões periódicas onde os membros do Grupo DR atualizam os demais membros da unidade aérea. Tais reuniões contribuem para aumentar o nível de motivação nos mesmos, facilitando, por sua vez, a identificação dos integrantes do efetivo com o processo de aquisição dos novos conhecimentos. Essa identificação, segundo Nonaka e Takeuchi (1997) facilita esse modo de conversão de conhecimento.

Quanto à Socialização, foi esse o modo de conversão mais claramente identificado, no entendimento deste pesquisador, visto ter sido possível verificar a ocorrência de interações nos mais variados níveis hierárquicos

entre indivíduos detentores de conhecimentos tácitos prévios. A existência de tais conhecimentos está na origem desse tipo de conversão. Ainda assim, cabe a ressalva de que justamente esse conhecimento tácito é fundamentalmente apoiado na experiência, o que ainda é escasso no âmbito da unidade aérea, visto que seus integrantes não têm plenos conhecimentos tácitos prévios a respeito da operação do novo equipamento.

Pode-se dizer então que, embora o conhecimento tácito prévio ainda fosse escasso, a prática da socialização foi recorrente no processo de aquisição do conhecimento organizacional.

Importante salientar que a presente pesquisa visou levantar dados relativos, única e exclusivamente, à ocorrência, ou não, dos modos de conversão do conhecimento previstos por Nonaka e Takeuchi (1997), motivo pelo qual a análise se deu em termos essencialmente qualitativos.

CONCLUSÃO

A presente pesquisa teve como escopo o processo de implantação do equipamento DR-3000 no 1º/6º GAv.

Tendo sido adquirido com o intuito de permitir ao esquadrão o cumprimento de missão totalmente diversa daquelas que cumpria tradicionalmente, o processo exigiu novos conhecimentos por parte dos integrantes da unidade aérea. Dessa forma, o esquadrão viu-se diante da tarefa de buscar os conhecimentos necessários à operação do novo equipamento.

Na seção 1 apresentou-se o embasamento teórico que fundamentou a pesquisa, qual seja, a bibliografia que trata da criação do conhecimento organizacional. Como referencial teórico, adotou-se o trabalho de Nonaka e Takeuchi (1997), cuja teoria defende a idéia de que o conhecimento organizacional só pode ser criado em toda sua plenitude quando ocorrem conversões mútuas entre o conhecimento tácito e o conhecimento explícito.

O reconhecimento da existência do conhecimento tácito por parte da organização, por sua vez, é a chave para o entendimento da teoria. Segundo esses autores, tal conhecimento sempre foi negligenciado nas teorias a respeito do conhecimento organizacional.

Portanto, o escopo da presente pesquisa resume-se no seguinte objetivo: analisar de que maneira a inovação tecnológica influenciou a dinâmica de criação de conhecimentos por parte das equipagens do 1º/6º GAv nos anos de 2009 e 2010.

Após os levantamentos bibliográficos e documentais realizados, e a entrevista feita com um dos militares responsáveis pelo processo de implantação, este pesquisador chegou às conclusões descritas a seguir.

Alguns tripulantes do 1º/6º GAv possuíam conhecimentos prévios relacionados de alguma forma ao novo equipamento.

Esses tripulantes deram importante contribuição à sistemática de criação dos novos conhecimentos, na forma de validação dos programas de instrução e na montagem de cursos internos da unidade.

Dos levantamentos feitos, principalmente da entrevista, pode-se concluir que os integrantes do esquadrão valorizaram a aquisição dos novos conhecimentos. Tal valorização surgiu como resultado da motivação dos integrantes da unidade aérea, frente à possibilidade de realizar um tipo de missão completamente nova..

Por fim, a análise dos dados levantados permitiu observar que os quatro tipos de conversão de conhecimento idealizados por Nonaka e Takeuchi (1997) ocorreram durante o processo, em diferentes graus de profundidade.

A Combinação foi verificada, essencialmente, na confecção de manuais. A unidade utilizou-se, ainda, de pesquisas na internet, porém, não sendo um meio confiável de busca de conhecimentos, esse modo de conversão não ficou claramente evidenciado no levantamento realizado

A Externalização foi identificada pela produção do PIMO 2010, já com a formação operacional entendida pela unidade como necessária ao operador do equipamento e na confecção de manuais internos, carecendo, porém, de um volume maior de materiais desse tipo. Sugere-se a produção de outros manuais, contendo parâmetros de operação do equipamento, que poderiam ser confeccionados tendo como ponto de partida outras unidades da FAB que o operam.

A Internalização ficou evidenciada pelo envolvimento dos integrantes da unidade com o processo, na medida em que, sendo informados

periodicamente do andamento do mesmo, os militares do efetivo sentem-se motivados e passam a se ver como membros efetivos de um processo muito maior. Isso, segundo Nonaka e Takeuchi (1997), promove esse modo de conversão do conhecimento, o que, por sua vez, contribui para a criação do conhecimento organizacional.

A Socialização foi o modo de conversão mais claramente identificado, na medida em que ficou clara a prática das interações entre os indivíduos da unidade, mesmo que sem a experiência prévia necessária para a transmissão dos conhecimentos. Ou seja, embora não havendo a experiência prévia entre os integrantes, a Socialização por meio da interação entre os membros da unidade é prática comum no âmbito da unidade.

Dessa forma, este pesquisador entende como tendo sido atingido o objetivo inicial da pesquisa, qual seja, analisar de que maneira a inovação tecnológica, representada pela aquisição do novo equipamento, influenciou a dinâmica de criação de conhecimentos por parte das equipagens do 1º/6º GAv.

Diante dos dados levantados e da análise dos mesmos, conclui-se que a criação dos conhecimentos relacionados à implantação do novo equipamento ocorreu de forma a contemplar os quatro tipos de conversão entre os conhecimentos tácito e explícito propostos por Nonaka e Takeuchi (1997), com a ressalva de que tais conversões não ocorreram de forma plena.

Vale ressaltar, por fim, que a presente pesquisa deteve-se, única e exclusivamente, aos aspectos relacionados à forma de criação do conhecimento, ou seja, abordou aspectos puramente qualitativos.

Para uma compreensão plena a respeito do problema, pesquisas futuras se fazem necessárias, visto que o processo de implantação do referido equipamento ainda não foi plenamente concluído.

REFERÊNCIAS

DAVENPORT, T.; PRUSAK, L. **Working Knowledge: how organizations manage what they know.** Harvard: Harvard Business School Press, 2000.

DRUCKER, P. The coming of the new organization. **Harvard Business Review**, Harvard, v. 66, n. 1, p. 45-53. Jan-Feb., 1988.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados.** São Paulo: Atlas, 2009.

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. **Criação de conhecimento na empresa: como as empresas japonesas geram a dinâmica da inovação.** Rio de Janeiro: Elsevier, 1997.

SILVA, S.; ROZENFELD, H. Proposição de um modelo para avaliar a gestão do conhecimento no processo de desenvolvimento de produtos. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 36, n.1, p.147-157, jan-abr. 2007.

TOFFLER, A. **Powershift: as mudanças do poder.** São Paulo: Record, 1990.

O Processo de Adaptação Estratégica de uma Organização Militar: um estudo de caso na Base Aérea de Santa Maria

The Strategic Adaptation's Process of a Military Organization: a case study in the Santa Maria's Air Base

El proceso de adaptación estratégica de una organización militar: un estudio de caso en la Base Aérea de Santa Maria

Capitão Intendente Rodrigo Antônio Silveira dos Santos

Mestre em Engenharia de Produção, Gerência de Produção - UFSM

Doutorando em Inteligência Organizacional - UFSC

Universidade Federal de Santa Catarina - SC - Florianópolis

rsilveira01@gmail.com

RESUMO

Esta pesquisa, através de um estudo de caso, descreve como uma organização militar adaptou-se estrategicamente em relação a modificações em seu ambiente organizacional durante os anos de 1990-2002. De maneira geral, a análise da organização foi feita a partir da divisão do espaço de tempo estudado em três períodos estratégicos, a partir dos principais eventos críticos ocorridos na organização. Para tanto, este estudo foi desenvolvido através de uma pesquisa qualitativa, com aspectos contextualistas (Pettigrew, 1987), processuais (Pettigrew, 1997) e longitudinais (Miller e Friesen, 1982), baseados nos procedimentos metodológicos da Direct Research (Mintzberg e McHugh, 1985) e da Grounded Theory (Glaser e Strauss, 1967), utilizados de maneira conjunta. Em função da metodologia adotada, não se teve a preocupação de generalizar os resultados encontrados, procurando-se apresentar apenas elementos que auxiliem na explicação do processo de adaptação estratégica da organização.

Palavras-chave: Adaptação estratégica. Organização militar. Ambiente organizacional. Estratégia empresarial.

Recebido / Received / Recebido
30/01/11

Aceito / Accepted / Acepto
12/04/11

ABSTRACT

This research presents a qualitative case study that describes how a military organization strategically adapted in relation to the changes suffered by its organizational environment during the years 1990-2002. In a general manner, the organizational analysis was made by the division of the studied time space in three strategic periods, marked by the main critical events that happened in the organization. The research was conducted with a qualitative approach, marked by contextualist, processual and longitudinal aspects (Pettigrew, 1987; Miller e Friesen, 1982), based in Direct Research (Mintzberg e McHugh, 1985) and Grounded Theory (Glaser e Strauss, 1967). It has not the aim to generalize the results, trying only to present elements that help to explain the organizational strategic adaptation's process.

Keywords: Strategic Adaptation. Military Organization. Organizational Environment. Corporate strategy.

RESUMEN

Esta investigación, a través de un estudio de caso, describe cómo una organización militar se adaptó estratégicamente respecto a los cambios en su ambiente organizacional durante los años de 1990-2002. En general, el análisis de la organización se hizo a partir de la división del espacio de tiempo estudiado en tres períodos estratégicos, a partir de los principales eventos críticos que ocurrieron en la organización. Para esto, este estudio fue desarrollado a través de una encuesta cualitativa, con aspectos del contexto (Pettigrew, 1987), basados en los procedimientos metodológicos de la Direct Research (Mintzberg y McHugh, 1985) y de la Grounded Theory (Glaser y Strauss, 1967), utilizados juntos. Por causa de la metodología adoptada, no hubo la preocupación en generalizar los resultados encontrados sino la preocupación de presentar sólo elementos que ayuden en la explicación del proceso de adaptación estratégica de la organización.

Palabras-clave: Adaptación Estratégica. Organización militar. Entorno organizativo. Estrategia de Negocios.

INTRODUÇÃO

Pode-se dizer que o mundo empresarial está atravessando um período extremamente turbulento, com a ocorrência, e o acúmulo, de uma série de eventos que começaram a alterar as fronteiras, a estrutura e a dinâmica do ambiente organizacional. As empresas passaram a se defrontar com desafios novos e imprevistos. As aspirações sociais transferem-se da quantidade para a qualidade de vida. Todas estas alterações representam uma escalada significativa de modificações no ambiente empresarial. Para as organizações, isso representou uma transição de um mundo familiar, em termos de produção e *marketing*, para outro, desconhecido, de novas tecnologias, novos concorrentes, novas atitudes do consumidor, novos padrões de qualidade, etc. Deve-se perceber que o moderno ambiente empresarial atravessa um período cheio de inconstância, com o qual as empresas passaram a interagir a partir das últimas décadas do século XX. Diante de todas as incertezas e discontinuidades existentes, os gerentes empresariais passaram a priorizar a antecipação aos problemas e ameaças representados pelas constantes modificações do panorama ambiental.

Essa incerteza ambiental não se limita apenas ao mundo empresarial. Pode-se afirmar que a discontinuidade afeta todos os tipos de organizações,

desde pequenas empresas até complexas entidades governamentais. A grande verdade é que os líderes organizacionais precisam atentar para um número cada vez maior de variáveis que podem influenciar a sua realidade organizacional. Dessa forma, as atitudes que as organizações tomarão para enfrentar um mundo de incertezas constantes se tornam cada vez mais relevantes. O modo pelo qual as decisões são tomadas começa a se tornar o cerne da atividade organizacional. E é exatamente neste ponto que entra em evidência a atuação estratégica das organizações e o conceito de estratégia empresarial.

A estratégia pode ser definida de várias maneiras. Uma das definições mais relevantes remonta ao estudo de Chandler (1962), para quem estratégia é “a determinação de objetivos básicos de longo prazo, o estabelecimento de trajetórias de ação e a alocação dos recursos necessários para o alcance destes objetivos”. Com isso, percebe-se que as estratégias organizacionais representam a atuação da empresa desde a confecção de objetivos até a alocação de recursos para conseguir alcançar as metas traçadas, sendo extremamente relevantes para o consequente sucesso ou fracasso da organização.

As Unidades Militares também procuram atingir objetivos e metas previamente delineados e, com isso, também utilizam estratégias para alcançar da melhor

maneira possível os objetivos traçados. Entretanto, são raros os estudos que avaliam a utilização de estratégias por organizações militares. Deixando de lado o combate e a parte bélica das forças militares, pouco se analisa o lado gerencial dessas entidades, em busca da eficiência e eficácia de seus objetivos, através da utilização de estratégias na sua administração. No Brasil, pode-se contar nos dedos o número de trabalhos nesta linha de raciocínio. Em menor quantidade ainda, encontram-se os estudos relativos ao processo de adaptação estratégica dentro de unidades militares.

Dessa forma, a partir do estudo de uma unidade militar da Força Aérea Brasileira, a Base Aérea de Santa Maria (BASM), procura-se acrescentar dados históricos e empíricos que podem contribuir para a formação de estratégias administrativas dentro de uma unidade militar. Ademais, este trabalho pretende retratar o processo de adaptação estratégica às alterações ambientais, no período compreendido entre 1990-2002, dentro do Comando da Aeronáutica, a partir do estudo de caso da Base Aérea de Santa Maria.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico se divide em três partes principais, estruturando-se da seguinte forma: a primeira seção procura focar a definição de organização, procurando situá-la em meio ao seu ambiente organizacional. A partir daí, objetiva-se tecer considerações relevantes sobre o assunto de adaptação estratégica e suas principais correntes. Finalmente, a terceira seção trata da definição de estratégia e da evolução desse conceito ao longo dos anos.

1.1 ORGANIZAÇÕES E AMBIENTE ORGANIZACIONAL

Cada vez mais aumenta o interesse acadêmico pelo estudo das estratégias adotadas pelas organizações nos seus processos de adaptação ao ambiente. Com isso, várias abordagens sobre o significado e os principais tipos de estratégias utilizadas pelas organizações são encontradas na literatura especializada. Deve-se reconhecer que o desenvolvimento da Teoria das Organizações tem sido constantemente influenciado por mudanças sociais, políticas, econômicas e tecnológicas. Em virtude dessas mudanças, os teóricos das organizações começaram a desenvolver novos paradigmas e um deles deixa claro que o meio ambiente mais amplo exerce influência considerável no sucesso empresarial (PETTIGREW, 1992). As organizações passam a ser inseridas em um meio social, econômico e político denominado ambiente (HAMPTON, 1992; HALL, 1984), com o qual

estabelecem um relacionamento dinâmico e conflituoso. Passa-se a reconhecer que existem pressões exercidas por ambos os lados, isto é, a organização exerce pressão no ambiente e o ambiente exerce pressão na organização.

Outros estudos (PETTIGREW, 1992; ROSSETO, 1998), juntamente com o aumento da incerteza ambiental provocado pelo aumento de pressões entre empresa e ambiente, trouxeram o reconhecimento de que fatos ocorridos fora dos limites da organização podem frequentemente ser tão importantes quanto fatos que acontecem em seu interior. Isso ocorre porque fatos externos à organização podem influenciar a realidade empresarial sobremaneira. Torna-se, então, impossível conhecer de modo profundo uma organização sem o entendimento do ambiente no qual ela opera. Razão pela qual os encarregados da tomada de decisões passam a estar frequentemente envolvidos no gerenciamento das interações entre a organização e seu ambiente. Para tanto, adotam estratégias na tentativa de se antecipar e melhor se adaptar a mudanças ambientais, como também para controlar, ou mesmo criar, seus próprios ambientes (BOWDICH e BUONO, 1999). Este estudo considera que as organizações podem ser vistas como Sistemas Abertos (BORENSTEIN, 1996; ROSSETO, 1998; OLIVEIRA, 2000). Tal modelo enfatiza que a interação organização-ambiente é extremamente dinâmica, ocorrendo a predominância de interesses por ambos os lados, que tentam sempre alcançá-los. Dessa forma, a relação entre a organização e seu ambiente está sofrendo ajustes constantes, tanto pela ação do ambiente como pela ação dos líderes organizacionais. Pode-se dizer, portanto, que a fronteira entre a organização e seu ambiente é extremamente flexível, conforme ilustra a figura 1.

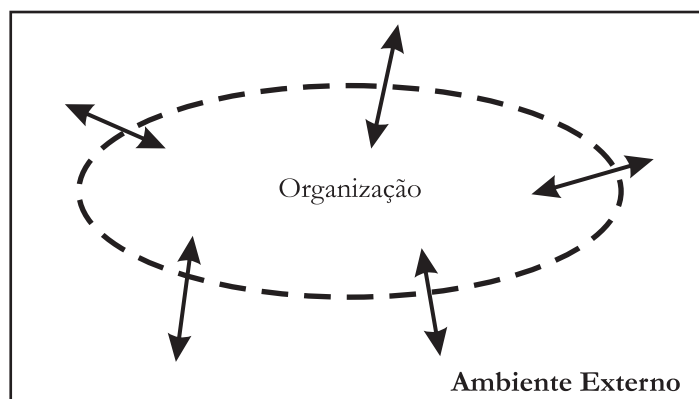


Figura 1: A organização vista como um Sistema Aberto.
Fonte: Adaptado de Oliveira (2000).

A partir do momento em que as organizações são vistas como sistemas abertos, reconhece-se que elas necessitam realizar trocas com o ambiente, por meio de *inputs* e *outputs*. Segundo Rosseto e Rosseto (2001,

p. 309), a principal característica dos sistemas abertos é a sua adaptabilidade, ou seja, seu “processo contínuo de aprendizagem e de auto-organização em face das condições do ambiente”.

Pode-se comentar também outra perspectiva de análise do ambiente organizacional, conforme a Teoria dos *Stakeholders* (STONER e FREEMAN, 1985). Para tais autores, “*stakeholders* são indivíduos ou grupos que são direta ou indiretamente afetados pela perseguição aos seus objetivos por parte de uma organização” (STONER e FREEMAN, 1985, p. 47). Em outras palavras, os *stakeholders* são aqueles que são afetados, de maneira direta ou não, pela atuação das organizações. Esse nível de afetação varia de acordo com os interesses dos *stakeholders*, podendo ser muito forte, quando os interesses individuais são diretamente afetados pelos interesses organizacionais, ou ser muito fraco, quando os interesses individuais pouco derivam dos interesses organizacionais.

Os *stakeholders* pertencem a duas categorias, podendo ser externos ou internos à organização. Os *stakeholders* externos são grupos ou indivíduos do ambiente externo de uma organização, cujas atividades são afetadas pela organização e vice-versa, podendo incluir grupos como sindicatos, fornecedores, competidores, consumidores, grupos com interesses especiais e órgãos governamentais. Por outro lado, os *stakeholders* internos compreendem grupos ou indivíduos que não fazem estritamente parte do ambiente de uma organização, mas pelos quais um administrador individual é responsável, incluindo empregados e acionistas.

Seguindo a linha de raciocínio dos mesmos autores, deve-se comentar a existência de duas categorias de ambientes externos relativos a qualquer tipo de organização: o ambiente de ação direta e o ambiente de ação indireta. Como o próprio nome diz, o ambiente de ação direta é aquele que possui elementos capazes de influenciar diretamente a organização, fazendo parte deste ambiente os *stakeholders* internos e externos. Por outro lado, o ambiente de ação indireta é caracterizado por elementos do ambiente externo que afetam o clima em que ocorrem as atividades de uma organização, sem necessariamente afetar diretamente a organização, fazendo parte do ambiente de ação indireta qualquer tipo de variável social, política, econômica e tecnológica que afete o dia-a-dia da organização.

Dessa forma, pode-se perceber a existência de várias formas de se conceituar o ambiente. Entretanto, deve-se sempre ter em mente que “muito embora o ambiente possa ser distinguido de diferentes maneiras, ele só existirá para a organização na extensão que for percebido por seus integrantes” (ROSSETO e ROSSETO, 2001, p.

309). Portanto, a percepção dos atores organizacionais representa um papel importante dentro da tomada de decisões, uma vez que “as pessoas agem de acordo com o que percebem, e não com os fatos reais” (BOWDICH e BUONO apud OLIVEIRA, 2000, p. 33).

1.2 ADAPTAÇÃO ESTRATÉGICA

O exame da literatura especializada revela que existem diversas correntes acerca do assunto de adaptação estratégica das organizações aos seus ambientes.

Contudo, pode-se dizer que, basicamente, existem duas perspectivas principais, determinismo e voluntarismo, a partir das quais se formaram várias teorias sobre o assunto. A visão determinista considera o ambiente como elemento principal na definição das estratégias organizacionais. Por outro lado, a visão voluntarista defende que a organização tem capacidade de influenciar o ambiente em função de suas condições materiais e organizacionais (ROSSETO, 1998; OLIVEIRA, 2000).

Dessa maneira, a discussão sobre as principais teorias acerca do assunto de adaptação estratégica se divide, fundamentalmente, em duas teorias distintas, situadas em extremos diferentes, uma vez que a primeira (determinismo) apenas admite a influência do ambiente na definição de estratégias organizacionais, ou seja, a formação de estratégias é um processo realizado de fora para dentro da empresa. E a segunda teoria (voluntarismo) defende a influência que a organização é capaz de exercer sobre o ambiente, isto é, por mais que o ambiente mude, a organização pode e deve exercer influência sobre ele para que possa alcançar seus objetivos. Dessa forma, sob a ótica do voluntarismo, o processo de formação de estratégias é realizado de dentro para fora da organização.

Cabe ressaltar que, por mais que as duas teorias apresentem idéias completamente opostas, já se reconhece que elas não são excludentes. A utilização do determinismo ambiental pode ser dividida com a utilização de idéias voluntaristas em uma mesma organização, através da interação e interdependência construtiva de eventos deterministas e de ações desencadeadas pela escolha estratégica por parte da organização (HREBINIAK e JOYCE, 1985). Ademais, pode-se afirmar a possibilidade de que visões deterministas e voluntaristas se alternem dentro de uma mesma organização através do tempo (PETTIGREW, 1987; PETTIGREW, 1992). Conforme o ambiente organizacional vai se alterando, pode-se perceber que as organizações migram de uma perspectiva para outra, por vezes apenas reagindo às mutações ambientais e, em outras ocasiões, tomando atitudes que visam moldar o

ambiente organizacional de acordo com os interesses da organização.

As correntes determinista e voluntarista possuem características distintas, por vezes antagônicas, já que a primeira corrente não admite a influência da atuação de líderes organizacionais no processo de adaptação estratégica e a segunda corrente se baseia principalmente neste tipo de influência. O importante é que, conforme Fligstein:

Cada escola de pensamento tentou conceber sua teoria como a explicação de todas as causas dos fenômenos organizacionais. Este feito sugere que uma das tarefas centrais na teoria organizacional é a de reorientar a área de maneira que vejamos as teorias opositoras como contribuintes para o entendimento dos fenômenos organizacionais. (apud HALL, 1990, p. 377)

Isto quer dizer que, quando se tratar de assuntos acerca de estratégia e adaptação estratégica, deve-se deixar de ter uma visão cartesiana sobre as teorias, deve-se deixar de ter uma postura positivista (TRIVIÑOS, 1987), encarando apenas uma das diversas teorias como sendo a verdadeira. O importante é ser dono de uma visão sistêmica e holística sobre as teorias de adaptação estratégica, procurando preencher as lacunas deixadas por uma teoria com os conceitos existentes em outra corrente teórica, de maneira que as diversas teorias se completem.

Hrebiniak e Joyce (1985) procuraram estudar a interação entre o determinismo ambiental e a escolha estratégica, percebendo que os dois conceitos não são mutuamente excludentes. Através da interação e interdependência construtiva de eventos deterministas

e de escolha estratégica, uma organização pode utilizar os conceitos das duas correntes teóricas simultaneamente. Os autores representaram a escolha estratégica e o determinismo ambiental em dois eixos distintos, conforme figura 2, resultando em quadrantes que representam o domínio e escopo da relação entre organização e ambiente.

1.3 ESTRATÉGIA

É natural que o conceito de estratégia tenha evoluído ao longo dos anos e várias são as maneiras de se conceituar estratégia. Uma das formas mais difundidas é a de que “é um movimento ou uma série específica de movimentos feitos por uma empresa” (VON NEUMANN e MORGENSTERN *apud* OLIVEIRA, 1997, p. 27). Pode-se perceber que tal definição limita este conceito a apenas o rumo adotado pela empresa, ou seja, estratégia seria apenas a ação realizada pela empresa para que pudesse atingir determinados objetivos. Com isso, surge a definição de Simon (1979, p.47) que diz que estratégia “é o conjunto de decisões que determinam o comportamento a ser exigido em determinado período de tempo”. Segundo esta definição, a estratégia não mais seria apenas a ação adotada pela empresa, mas também o processo decisório e as consequentes decisões passariam a fazer parte do conceito. Isso quer dizer que a estratégia seria um mix de decisão e ação.

Outra definição extremamente relevante para estratégia é a de que “é a determinação de metas básicas a longo prazo e dos objetivos de uma empresa e a adoção

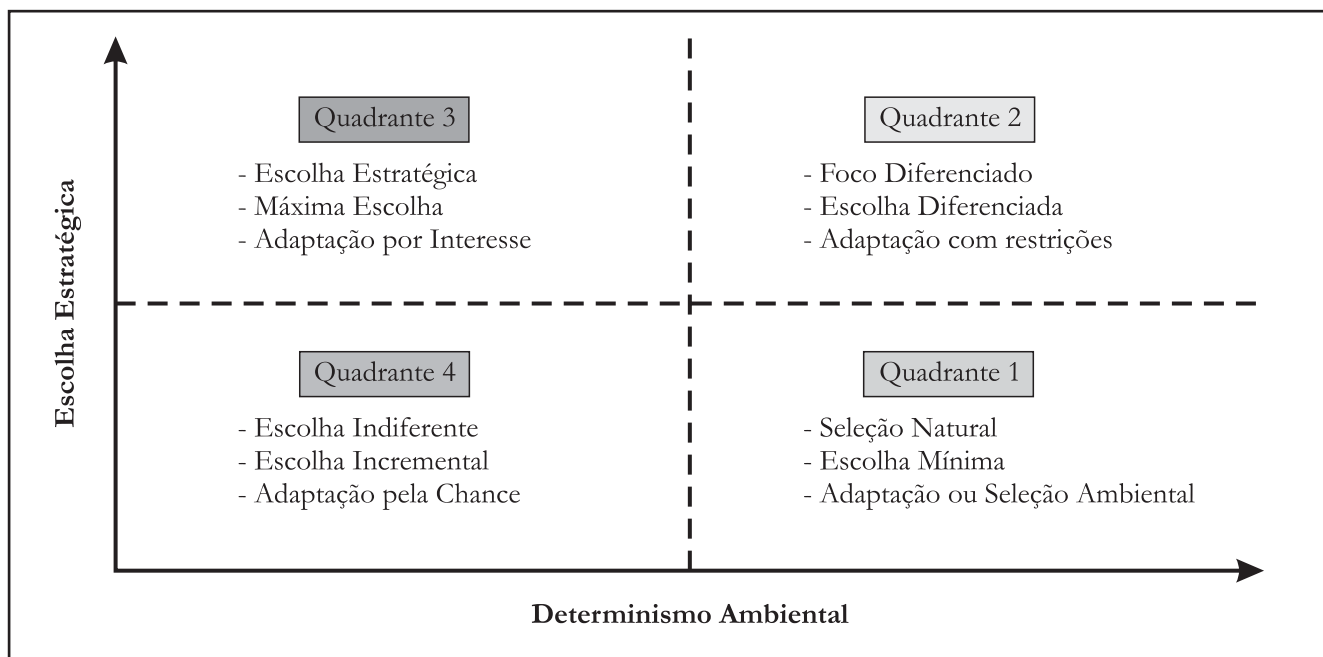


Figura 2: A interação entre o determinismo ambiental e a escolha estratégica.

Fonte: Adaptado de Hrebiniak e Joyce (1985).

das linhas de ação e aplicação dos recursos necessários para alcançar essas metas” (CHANDLER, 1962, p. 13). Pode-se depreender de tal assertiva que a estratégia passa a ser considerada como um conjunto que compreende a determinação de objetivos, as decisões tomadas para que as metas traçadas sejam alcançadas e a aplicação dos recursos necessários para alcançar tais objetivos. Vale ressaltar que a definição dada por Chandler (1962) para estratégia apenas menciona as metas a longo prazo. Assim, segundo tal autor, as medidas de curto prazo adotadas pela empresa não seriam medidas estratégicas.

Para Bourgeois (1980), a definição de estratégia seria ainda mais abrangente. Segundo ele, esta é definida como “os meios pelos quais os executivos de uma organização estabelecem objetivos e buscam alcançá-los através do alinhamento dos recursos organizacionais com as oportunidades e ameaças do ambiente” (BOURGEOIS *apud* OLIVEIRA, 2000, p. 40). Tal definição é extremamente importante, uma vez que relaciona a tomada de decisões e os recursos organizacionais aplicados para a implementação de tais decisões com as oportunidades e ameaças do ambiente. Nesse contexto, as decisões seriam estratégicas a partir do momento que levassem em consideração o panorama ambiental e suas possíveis oportunidades e ameaças. Pode-se ver também que Bourgeois (1980) não menciona prazos em sua definição, ou seja, uma decisão de curto prazo também pode ser considerada como estratégica, a partir do momento que considera o panorama ambiental.

Além das definições citadas acima, são de grande importância os conceitos de estratégia deliberada e estratégia emergente (MINTZBERG e MCHUGH, 1985; MINTZBERG, 1987). A estratégia deliberada ocorre quando é definida previamente. Nesta definição, a estratégia é um plano (MINTZBERG, 1987), ou seja, um curso de ação conscientemente construído, uma norma de procedimento para lidar com uma determinada situação. Aqui, as estratégias têm duas características essenciais: são preparadas previamente às ações para as quais se aplicam e são desenvolvidas consciente e deliberadamente. Um bom exemplo é quando uma corporação segue uma determinada linha de ação definida anteriormente para que consiga aumentar o seu faturamento. Outro exemplo acontece quando uma organização militar adota um procedimento regulamentado para contratar uma firma que forneça gêneros alimentícios em grandes quantidades.

Por outro lado, as estratégias emergentes são aquelas que se formam sem prévio planejamento. Pode-se dizer que elas refletem um padrão existente em um fluxo de ações (MINTZBERG, 1987). Assim, a estratégia é formada com base em uma consistência de

comportamento passado, quer seja pretendida ou não. Cabe ressaltar que as estratégias deliberadas e emergentes podem ser bem independentes umas das outras. Na primeira definição, a organização desenvolveu a estratégia olhando sempre para o seu futuro, procurando alcançar um objetivo traçado. Antagonicamente, na segunda definição, a organização traçou sua estratégia olhando para o passado, identificando padrões em seu comportamento pretérito. Pode-se chamar a primeira de estratégia pretendida e a segunda de estratégia realizada. Neste ponto, deve-se salientar que as estratégias pretendidas nem sempre são realizadas e que as estratégias realizadas nem sempre foram deliberadas anteriormente. Como mostra a figura 3, as intenções plenamente realizadas podem ser chamadas de estratégias deliberadas. As não realizadas podem ser assim chamadas. E as estratégias que se criaram através de um padrão forte de consistência no comportamento passado podem ser chamadas de estratégia emergente.

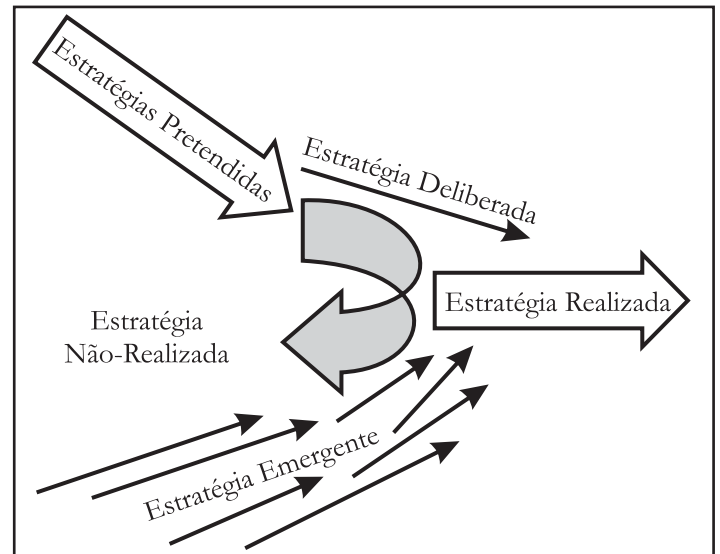


Figura 3: As Estratégias deliberadas e emergentes.
Fonte: Adaptado de Mintzberg (1987)

Faz-se mister salientar, após todas as considerações feitas sobre estratégia, que todos esses conceitos devem ser utilizados em conjunto. Deve prevalecer o pensamento sistêmico ou então a visão holística, isto é, não se deve restringir o pensamento sobre estratégia a apenas um conceito. Na linha de pensamento de Markides (2001) as teorias divergentes dentro deste tópico devem se unir e reconhecer que ambas estão corretas. A estratégia compreende um conjunto muito extenso de conceitos. Para que se possa formular estratégia, deve-se possuir níveis consideráveis de análise e criatividade, não apenas um ou outro. Pode-se ir além, e definir estratégia como um caminho, ou maneira, ou ação estabelecida e adequada para alcançar os resultados

da empresa, compreendendo todas as decisões, planos, ações, recursos, posições, padrões e perspectivas que se fizerem necessários para que tais resultados sejam alcançados.

2 ASPECTOS METODOLÓGICOS

Deve-se destacar que neste trabalho predomina o método de estudo de caso histórico-organizacional (TRIVIÑOS, 1987), em que o interesse do pesquisador recai sobre a vida de uma organização, que, nesta pesquisa, será a Base Aérea de Santa Maria (BASM). Com este modo de agir, o pesquisador deve partir do conhecimento que existe sobre a instituição que deseja examinar, que material está disponível e o que poderá ser descoberto ao longo do tempo que se relaciona com o fenômeno a ser estudado. “Esta informação prévia necessária é básica para delinear preliminarmente a coleta de dados” (TRIVIÑOS, 1987, p. 135).

A partir daí, para tornar possível o levantamento das informações sobre a BASM, ao longo do tempo, predominam neste trabalho aspectos de análise processual (PETTIGREW, 1987; PETTIGREW, FERLIE e MCKEE, 1992; PETTIGREW, 1997), de análise contextualista (PETTIGREW, 1987; PETTIGREW, FERLIE e MCKEE, 1992), de análise longitudinal (MILLER e FRIESEN, 1982; PETTIGREW, 1997) e de estudo biográfico das organizações ao longo do tempo (LUNDIN e STEINTHÖRSSON, 2003).

A suposição que norteia o pensamento processual é a de que a realidade social não é um estado fixo. É um processo dinâmico, entendendo-se processo como sendo “uma sequência de eventos que descrevem como as coisas mudam ao longo do tempo” (VAN DE VEN, 1992, p. 169). Dessa maneira, “o legado do passado estará sempre moldando o futuro emergente” (PETTIGREW, 1997, p. 339). Isto quer dizer que, para um estudo processual, o tempo e a história da organização sempre estarão no cerne do estudo, percebendo que os eventos históricos e a cronologia dos acontecimentos são ferramentas imprescindíveis para se compreender a história da organização.

Para que fosse possível a compreensão do processo de formação de estratégias administrativas da BASM, foi necessário analisar as mudanças ambientais externas e internas à organização em estudo ao longo do período de 1990-2002. Para tanto, empregou-se a abordagem qualitativa que, de acordo com Richardson (1985), é aquela que não emprega um instrumental estatístico como base do processo de análise de um problema, uma vez que não pretende numerar ou medir categorias homogêneas. Além disso, de acordo com Thiollent (1985), a abordagem qualitativa nas ciências sociais e

humanas é usada em alternativa à intensa aplicação de métodos quantitativos de base positivista. A utilização de técnicas estatísticas e levantamentos para mensurar e interpretar os fenômenos sociais tem sido criticada como de validade apenas para um certo período de tempo, sem avaliar, verdadeiramente, opiniões e tendências sociais.

Diante do exposto, é necessário afirmar que, entre as várias formas que um estudo qualitativo através de pesquisa descritiva pode assumir, adotou-se o *design* do estudo de caso simples, tendo como unidade de análise uma única organização (YIN, 2001), que vem a ser a BASM. O estudo de caso foi escolhido porque, de acordo com Yin (2001), é a técnica de pesquisa mais apropriada quando se deseja estudar situações complexas, nas quais o pesquisador tem pouco controle sobre os eventos. Isso acontece porque esta técnica permite que uma investigação mantenha as características holísticas e significativas dos eventos da vida real. Triviños (1987) afirma que o estudo de caso é uma categoria de pesquisa cujo objeto é uma unidade que se analisa profundamente e assevera que, entre os tipos de pesquisa qualitativa característicos, talvez o estudo de caso seja um dos mais relevantes. Para Gil (1991) e Triviños (1987), o estudo de caso é caracterizado pela análise profunda e exaustiva de uma determinada realidade, de maneira a possibilitar o seu amplo e detalhado conhecimento.

2.1 TIPOS DE DADOS UTILIZADOS

Os dados utilizados neste trabalho se dividem em dois grupos distintos:

a) dados primários: são aqueles resultantes da própria pesquisa. Em outras palavras, pode-se dizer que são os dados descobertos pelo pesquisador no andamento do trabalho, em estudo de campo. Resultam de entrevistas semi-estruturadas (Triviños, 1987), questionários, e outros meios de pesquisa que não seja a pesquisa bibliográfica. São as informações resultantes de conhecimento tácito;

b) dados secundários: são aqueles resultantes de pesquisa bibliográfica. Obtidos através de teses, dissertações, livros, revistas, internet e outros, pode-se dizer que os dados secundários são aqueles que serão utilizados no trabalho de pesquisa e que foram encontrados por outros pesquisadores, em outros trabalhos, e que já se encontram publicados.

2.2 COLETA DE DADOS

No presente estudo, o pesquisador foi um simples observador externo do fenômeno estudado, relacionado com o processo de adaptação estratégica da BASM. De início, foi feita a coleta de dados secundários,

realizando-se uma revisão bibliográfica detalhada, na qual se procurou definir os aspectos mais importantes a serem considerados no estudo do processo de adaptação estratégica organizacional.

Após selecionadas as principais variáveis a serem consideradas no estudo, partiu-se para a coleta dos dados primários relacionados à BASM durante o período em avaliação. Como se tratou de um estudo *ex post facto*, essa fase de coleta de dados foi realizada através de entrevistas semi-estruturadas (TRIVINHO, 1987) realizadas com militares que participaram da vida administrativa da BASM no período de tempo em estudo. Tais entrevistas foram gravadas e possuem duração média de 45 minutos.

A coleta de dados foi um processo complexo, não-linear, que implicou um trabalho de compilação, organização e interpretação dos dados, e que se iniciou já na fase exploratória, após uma revisão prévia de literatura que possibilitou a definição do problema de pesquisa. Além disso, à medida que os dados iam sendo coletados, analisados e interpretados, procurava-se identificar as relações entre eles; assim, surgiam novas questões ou a necessidade de reformular as anteriores. Muitas vezes, recorreu-se a novos encontros com as pessoas já entrevistadas, para explorar mais profundamente algum ponto da entrevista que ficou obscuro ou para esclarecer novos assuntos.

2.3 ANÁLISE DE DADOS

Miles e Huberman (1984) oferecem um rico material para orientar as tarefas de registro, análise e apresentação dos dados qualitativos. Esse material sugere procedimentos a serem adotados na análise, durante a coleta de dados e final, incluindo sugestões específicas para estudos desenvolvidos em um único contexto e para aqueles que comparam dois ou mais contextos.

Outros trabalhos dentro dos estudos organizacionais (MINTZBERG, 1979; MINTZBERG e MCHUGH, 1985) chamam a atenção por usarem técnicas de coletas e análise condizentes com o estudo qualitativo.

Muito embora todos sejam aplicáveis, para a análise dos dados coletados no presente estudo, foram combinados procedimentos da abordagem da *Direct Research* (MINTZBERG e MCHUGH, 1985) com procedimentos da *Grounded Theory* (GLASER e STRAUSS, 1967). Essa combinação foi necessária porque a abordagem da *Direct Research* (MINTZBERG e MCHUGH, 1985) não oferece grande relevância à interpretação dos atores organizacionais (ROSSETO, 1998). Como este trabalho procura reconstruir o fenômeno de maneira histórica, através dos dados secundários selecionados e, também, através da

interpretação dos entrevistados, pode-se utilizar a técnica da *Grounded Theory* (Glaser e Strauss, 1967), já que essa ferramenta consiste na descoberta e no desenvolvimento de uma teoria a partir de informações obtidas e analisadas sistemática e comparativamente. Os autores defendem que o pesquisador precisa ter uma perspectiva que o ajude a enxergar dados relevantes e a abstrair destes informações que sejam importantes, oferecendo, desta forma, grande importância à interpretação dos atores organizacionais. Com isso, a combinação das duas técnicas em questão consegue suprir as deficiências da *Direct Research* (MINTZBERG e MCHUGH, 1985).

Diante do exposto, procurou-se unir as duas metodologias em uma só, para que fosse possível reconstruir o fenômeno de maneira histórica e longitudinal e, ao mesmo tempo, dar relevância às perspectivas dos atores organizacionais, razão pela qual este trabalho, atentando-se também às recomendações de Miles e Huberman (1984), cumpriu as seguintes fases para a análise de dados:

a) coleta de dados de fontes secundárias, seguida de entrevistas. A coleta e a análise dos dados constituíram-se em um processo interativo, para identificar categorias conceituais em conjunto com a interpretação dos atores organizacionais;

b) elaboração de uma lista de eventos críticos, considerados relevantes do ponto de vista estratégico, com base nos dados das entrevistas e nas fontes secundárias;

c) definição de períodos estratégicos a partir dos eventos críticos definidos anteriormente, com base na interpretação do pesquisador e dos entrevistados;

d) análise teórica de cada período estratégico;

e) construção da teoria.

3 ANÁLISE DO PROCESSO DE ADAPTAÇÃO ESTRATÉGICA DA BASM

Para analisar o processo de adaptação estratégica da BASM foram identificados os principais eventos críticos que desencadearam a formação das estratégias. Procurou-se dividir o espaço de tempo estudado em períodos estratégicos, de maneira a identificar as principais estratégias administrativas formuladas ao longo do período e desencadeadas pelos eventos críticos identificados. Estes períodos, caracterizados pelo conjunto de decisões tomadas pelos gestores da base aérea, que estabeleceram um padrão de comportamento estratégico, foram identificados utilizando-se como referencial a base teórica que norteia esta pesquisa. Ademais, esta divisão temporal é adotada tendo em vista a existência de realidades distintas no decorrer de cada período, graças a mudanças significativas nos ambientes

de ação direta e indireta no final de cada um deles. Deve-se mencionar também a realização de uma análise teórica de cada um dos três períodos identificados, sempre à luz do embasamento teórico citado anteriormente.

3.1 PERÍODO ESTRATÉGICO 1: CRISE NO GERENCIAMENTO ORGANIZACIONAL (1990 – 1993)

O contexto ambiental externo se mostra turbulento no início da década de 90, principalmente devido às mudanças econômicas desencadeadas pelo início do governo Collor, além da grande instabilidade macroeconômica que assolava o país. Foram marcantes para a caracterização do período, também, as constantes modificações de regulamentação que ocorreram, assim como as trocas de moeda. Além disso, o primeiro período estratégico foi fortemente marcado por elevada taxa de inflação, dificultando as atividades administrativas da BASM.

Graças a todos esses fatores externos que influenciavam a vida da organização em estudo, pode-se evidenciar que a BASM se enquadra perfeitamente como um Sistema Aberto (BORENSTEIN, 1996; ROSSETO, 1998; OLIVEIRA, 2000), já que se percebe uma interação organização-ambiente extremamente dinâmica, que sofre ajustes constantes, tanto pela ação do ambiente como pela atuação dos Agentes da Administração. Ainda sobre esta análise percebe-se grande influência do Ambiente de Ação Indireta (STONER e FREEMAN, 1985), principalmente no tocante às variáveis econômicas e políticas. Pode-se realizar também uma análise baseada no modelo dos *stakeholders* (STONER e FREEMAN, 1985), identificando-se como principais os seguintes *stakeholders*: Governo Federal, Ministério da Aeronáutica, Gestores da BASM e os Fornecedores.

De acordo com as teorias sobre adaptação estratégica (CHILD, 1972; PETTIGREW, 1987; HALL, 1990), a BASM recebe forte influência das escolas de determinismo ambiental durante o primeiro período estratégico, graças às constantes modificações macroeconômicas e regulamentares ocorridas neste período, somadas à grande carga inflacionária existente. Isso fazia com que a organização estivesse sempre procurando se adequar às alterações e modificações ambientais, causando uma postura reativa (MILES e SNOW, 1978) por parte da administração da BASM, na medida em que os Agentes da Administração foram forçados a reagir a mudanças impostas por pressões ambientais.

Além da forte influência determinista, foi possível perceber algumas atitudes estratégicas por parte dos atores organizacionais, em pequena quantidade, principalmente procurando minimizar os efeitos inflacionários sobre o

poder de compra da organização. Pode-se perceber a interação entre o determinismo ambiental e a escolha estratégica, corroborando com as importantes idéias de Hrebiniak e Joyce (1985). Com isso, utilizando-se a tipologia idealizada por esses mesmos autores, pode-se situar a BASM dentro do quadrante 1, durante o primeiro período estratégico, demonstrando a atitude reativa dos Gestores perante as pressões exercidas pelo ambiente de ação direta e indireta (STONER e FREEMAN, 1985). Ademais, percebe-se a predominância de estratégias emergentes neste período, ocorrendo um grande número de estratégias implementadas sem prévia deliberação.

3.2 PERÍODO ESTRATÉGICO 2: ADEQUAÇÃO À NOVA REALIDADE DA ECONOMIA BRASILEIRA (1994 – 1998)

O acontecimento mais marcante deste período foi a estabilização econômica e financeira conseguida pelo Plano Real. Percebe-se mais uma vez a BASM como um Sistema Aberto (BORENSTEIN, 1996; ROSSETO, 1998; OLIVEIRA, 2000), já que sofreu influência direta das mudanças ambientais, consolidando uma interação organização-ambiente dinâmica e intensa. Diante dessa nova realidade ambiental, a preocupação dos Agentes da Administração foi otimizar os procedimentos, que haviam se tornado demasiadamente tumultuados, por causa da grande turbulência ambiental existente no período anterior. Percebe-se ainda grande influência do Ambiente de Ação Indireta (STONER e FREEMAN, 1985), principalmente no tocante às variáveis econômicas e políticas. Pode-se realizar também uma análise baseada no modelo dos *stakeholders* (STONER e FREEMAN, 1985), identificando-se como principais os seguintes *stakeholders*: Governo Federal, Ministério da Aeronáutica, Gestores da BASM e os Fornecedores.

De acordo com as teorias sobre adaptação estratégica (CHILD, 1972; PETTIGREW, 1987; HALL, 1990), prevalece na BASM, durante o segundo período em estudo, a Escolha Estratégica (CHILD, 1972) e, conseqüentemente, prevalecem as idéias voluntaristas. Isso foi possível graças à estabilidade econômica alcançada no país, que fez com que os Gestores pudessem voltar sua atenção para outras questões, como otimização de procedimentos, aumento do controle sobre os seus atos, etc. A estabilidade diminuiu as pressões anteriormente exercidas pelo ambiente organizacional e fez com que os Agentes da Administração não precisassem “apagar incêndios” causados pela inflação, ou outras alterações no ambiente organizacional, que passou a ser estável a partir de 1994, razão pela qual os Gestores procuraram “arrumar a casa”, através do

planejamento e da otimização de suas ações. Isso causou uma postura de Prospectador (MILES e SNOW, 1978) por parte da administração da BASM, na medida em que os Agentes da Administração começaram a implementar estratégias previamente planejadas, que buscavam moldar o ambiente de acordo com suas intenções.

Tendo por base a tipologia de Hrebiniak e Joyce (1985), pode-se evidenciar, no período 2, baixo determinismo ambiental e alta escolha estratégica. Isso é possível graças à estabilização econômica e política, que diminuiu consideravelmente as pressões exercidas pelo ambiente organizacional sobre a BASM. Desta maneira, pode-se situar a BASM no quadrante 3, prevalecendo, ainda, a ocorrência de estratégias deliberadas (MINTZBERG, 1987).

3.3 PERÍODO ESTRATÉGICO 3: O POSICIONAMENTO FRENTE ÀS DIFICULDADES FINANCEIRAS (1998-2002)

Durante o terceiro período estratégico, o ambiente organizacional volta a sofrer alterações e novamente começa a exercer pressões sobre a BASM. Dessa vez, as pressões se concretizam na escassez de recursos causada pelas restrições orçamentárias. Tendo em mente que a BASM é caracterizada como um Sistema Aberto (BORENSTEIN, 1996; ROSSETO, 1998; OLIVEIRA, 2000), a organização em estudo passa a reagir a tais modificações, procurando se adaptar ao novo ambiente de dificuldades financeiras. O Ambiente de Ação Indireta (STONER e FREEMAN, 1985) continua a exercer pressões sobre a organização em estudo, principalmente através de variáveis políticas, econômicas e tecnológicas. Seguindo o modelo de *stakeholders* (STONER e FREEMAN, 1985), identificam-se os seguintes grupos no Ambiente de Ação Direta (STONER e FREEMAN, 1985): o Governo Federal, o Ministério da Defesa, o Comando da Aeronáutica, os Órgãos Provedores, os Gestores e os Fornecedores.

De acordo com as teorias sobre adaptação estratégica (CHILD, 1972; PETTIGREW, 1987; HALL, 1990), durante o segundo período em estudo, ocorre uma interação entre as ideias deterministas e voluntaristas, já que o ambiente organizacional passa novamente a exercer grandes pressões sobre a organização em estudo. Os Gestores da BASM passam a reagir a tais pressões, configurando uma postura determinista. Pode-se verificar também uma intenção clara de os gestores moldarem o ambiente organizacional, através de estratégias de sobrevivência e de redução de custos. Assim, pode-se perceber a interação dinâmica entre o determinismo ambiental (HALL, 1990; CUNHA, 1997; OLIVEIRA, 2000) e a escolha estratégica (CHILD, 1972). Sobre essas

condições percebem-se claramente fatores exógenos que afetam a tomada de decisão, porém percebe-se uma atitude de reação diferenciada, a partir da qual os Gestores adotam uma postura de Analisador (MILES e SNOW, 1978), ou seja, a organização sofre pressões do ambiente e procura implementar estratégias de adaptação a essas mudanças, situando-se entre o Defensor e o Prospectador (MILES e SNOW, 1978). A partir da tipologia de Hrebiniak e Joyce (1985), a BASM está situada no quadrante 2, com um certo equilíbrio entre a ocorrência de estratégias deliberadas e emergentes.

As figuras 4 e 5 ilustram a variação entre as duas linhas de pensamento – determinismo e voluntarismo.

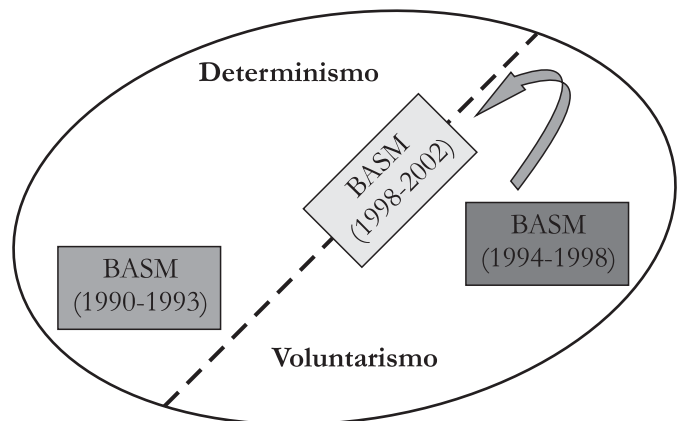


Figura 4: As posturas de adaptação estratégica da BASM ao longo do tempo.

Fonte: Pesquisas do autor.

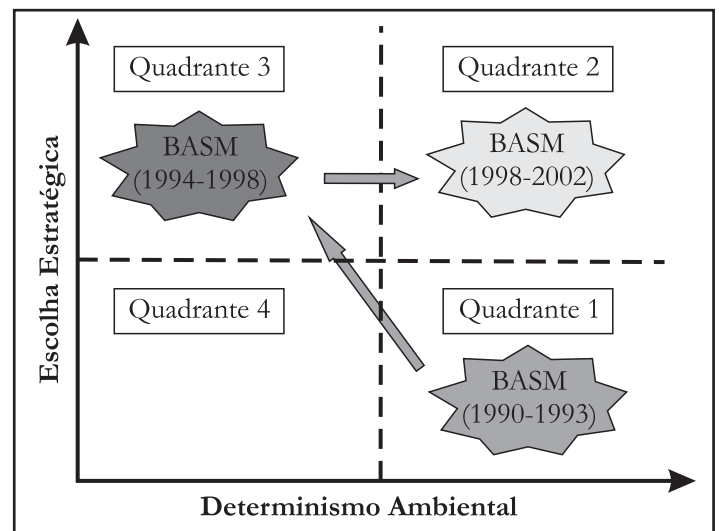


Figura 5: A evolução da BASM ao longo do tempo na tipologia de Hrebiniak e Joyce (1985).

Fonte: Pesquisas do autor.

CONCLUSÃO

Este estudo sobre o processo de adaptação estratégica da Base Aérea de Santa Maria buscou preencher uma

lacuna existente na pesquisa acadêmica de organizações militares, qual seja, de estudar e analisar, através de uma pesquisa processual, longitudinal e contextualista, como acontece a adaptação estratégica em um ambiente extremamente turbulento e regulamentado, como é o ambiente organizacional de uma unidade militar. Assim, este estudo acrescenta informações importantes para o estudo da adaptação estratégica de organizações militares.

Em primeiro lugar, percebe-se que a BASM pode ser considerada como um Sistema Aberto, uma vez que foi possível perceber que a organização estabelece uma relação completamente dinâmica com o ambiente organizacional, na qual esta influencia e é influenciada por esse ambiente. Foi possível perceber que as mudanças no ambiente organizacional sempre foram determinantes para a formulação de estratégias por parte da BASM.

Além disso, tornou-se possível identificar quais os principais *stakeholders* que estavam influenciando o processo de formação de estratégias da BASM, sendo identificados em todos os períodos como *stakeholders* relevantes o Governo Federal, os fornecedores e os Gestores da BASM. O Ministério da Aeronáutica influencia os dois primeiros períodos estratégicos. Além disso, o Ministério da Defesa, o Comando da Aeronáutica e os Órgãos provedores exercem influência apenas no terceiro período.

O estudo ao longo dos períodos estratégicos possibilitou evidenciar a alternância entre duas posturas de adaptação estratégica distintas (determinismo e voluntarismo) ao longo do tempo, corroborando com as idéias de vários autores (HREBINIAK e JOYCE, 1985; PETTIGREW, 1987; PETTIGREW, 1992).

O trabalho corrobora com as idéias de Hrebiniak e Joyce (1985), uma vez que demonstra que o determinismo e a escolha estratégica aparecem como variáveis

independentes que se justapõem no processo de formação de estratégias da organização em estudo, ou seja, apesar de os fatores exógenos exercerem forte influência no processo de formação de estratégias, a BASM conseguiu exercer a escolha estratégica. Ademais, foi possível verificar que houve alternância entre posturas deterministas e voluntaristas ao longo do tempo. Destarte, percebeu-se a evolução da organização dentro da tipologia de Hrebiniak e Joyce (1985) ao longo dos anos, já que, no primeiro período, a BASM sofria alto grau de determinismo, situando-se no quadrante 1. A partir daí, passou para o quadrante 3 no segundo período estratégico, já que o determinismo ambiental era baixo e a escolha estratégica passou a predominar. No terceiro período, o ambiente organizacional voltou a exercer grandes pressões, entretanto os Gestores da BASM conseguiram exercer a escolha estratégica, situando a organização no quadrante 2.

Faz-se mister salientar que, durante todo o trabalho, prevaleceram as idéias de Markides (2001), que incentiva os estudos acerca de estratégias de maneira a não se limitar a apenas uma corrente ideológica, tornando-se positivista (TRIVIÑOS, 1987), devendo o pesquisador unir os pontos relevantes de diversas teorias, procurando sempre enriquecer as análises e levar todos os aspectos sobre o tema em consideração.

Finalmente, deve-se mencionar que este estudo não busca generalizar os resultados encontrados, procurando-se apresentar apenas elementos que auxiliem na explicação do processo de adaptação estratégica da organização em estudo. Com isso, pode-se deixar a recomendação de novos estudos com a mesma metodologia em outras organizações militares da aeronáutica e, também, de outras forças militares, com o objetivo de identificar padrões de adaptação estratégica em vários tipos de organizações militares.

REFERÊNCIAS

BORENSTEIN, C. R. **A dinâmica do Sistema de Poder nas Organizações do Setor Elétrico Brasileiro: o caso da Eletrosul**. Tese de Doutorado apresentada ao Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, UFSC, 1996, 1967.

BOURGEOIS, L. J. Strategy and Environment: a conceptual integration. **Academy of Management Review**, v.5, n. 01, p. 25-39, 1980.

BOWDITCH, J. I.; BUONO, A. F. **Elementos de comportamento organizacional**. São Paulo: Pioneira, 1992.

CHANDLER, A. J. **Strategy and Structure**. Cambridge, Mass: MIT Press, 1962.

CHILD, J. Organization structure, environment and performance: the role of strategic choice. **Sociology**, v.6, p. 2-22, 1972.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de estudos**. São Paulo: Atlas, 1991.

- GLASER, B. G.; STRAUSS, A. L. **The Discovery of Grounded Theory: strategies for Qualitative Research**. New York: Aldine de Gruyter, 1967.
- HALL, R. H. Desarrolos recientes en teoria organizacional: una revision. **Ciencia y Sociedad**. v. XV, n. 4, p. 376-411, 1990.
- HAMPTON, David R. **Administração contemporânea**. 3. ed. São Paulo: Makron Books, 1992.
- HREBINIAK, L.; JOYCE, W. Organizational Adaptation: Strategic choice and environmental determinism. **Administrative Science Quarterly**. n. 30, p. 336-349, 1985.
- LUNDIN, R. A.; STEINTHÓRSSON, R. S. Studying organizations as temporary. **Scandinavian Journal of Management**, v. 19, n.1, p. 233-250, 2003.
- MARKIDES, C. Strategy as a balance: from "either-or" to "and". **Business Strategy Review**, v. 12, n 3, p. 1-10, 2001.
- MILES, M. B.; HUBERMAN, A. M. **Qualitative Data Analysis: A source book of new methods**. Beverly Hills, C. A.: Sage, 1984.
- MILES, R. E.; SNOW, C. C. **Organizational Strategy, Structure and Process**. New York: McGraw-Hill, 1978.
- MILLER, D.; FRIESEN, P. H. The longitudinal analysis of organizations: a methodological perspective. **Management Science**, v. 28, n. 9, p.1013-1034, 1982.
- MINTZBERG, H. The Strategy Concept: Five P's for Strategy. **California Management Review**, v. 30, n. 1, p. 11-24, 1987.
- MINTZBERG, H.; MCHUGH, A. Strategy formation in an adhocracy. **Administrative Science Quarterly**, v. 30, n. 1, p. 160-197, 1985.
- OLIVEIRA, D. P. R. **Excelência na Administração Estratégica: a competitividade para administrar o futuro das empresas**. 3 ed., São Paulo: Atlas, 1997.
- OLIVEIRA, L. C. P. de. **A estratégia como estratagema (Ploy): um estudo de caso na indústria da construção civil - setor de edificações**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.
- PETTIGREW, A. Context and action in the transformation of the firm. **Journal of Management Studies** v.24, p.6 , 1987.
- _____. What is a processual analysis? **Scandinavian Journal of Management**, v. 13, n. 4, p. 337-348, 1997.
- PETTIGREW, A.; FERLIE, E.; MCKEE, L. **Shaping Strategic Change**. London: Sage Publications Ltd., 1992.
- RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 1985.
- ROSSETO, C. R. **Adaptação estratégica organizacional: um estudo de multicaso na indústria da construção civil - setor de edificações**. Tese (Doutorado - Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.
- ROSSETO, C. R.; ROSSETO, A. M. **Comportamento estratégico segundo a teoria de Miles e Snow em empresas familiares de edificações na construção civil: um estudo multicaso**. In: Anais do II EGEPE (Encontro de Estudos sobre Empreendedorismo e Gestão de Pequenas Empresas), Publicação do Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Estadual de Londrina; Londrina, PR, p. 821-832, 2001.
- SIMON, H. A. **Comportamento administrativo: estudo dos processos decisórios das organizações administrativas**. 3 ed., Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1979.
- STONER, J. A. F.; FREEMAN, R. E. **Administração**. Rio de Janeiro: Editora Prentice-Hall do Brasil, 1985.
- THIOLLENT, M. **Crítica metodológica, investigação social e enquete operária**. 4 ed. São Paulo: Livraria Editora Polis Ltda., 1985.
- TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.
- VAN DE VEN, A. H. **Suggestions for studying strategy process: a research note**. Strategic Management Journal, v. 13, n. 1, p. 169-188, 1992.
- YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

NORMAS PARA PUBLICAÇÃO DA REVISTA DA UNIFA

PERFIL TEMÁTICO E OBJETIVOS DA PUBLICAÇÃO

A Revista da UNIFA é uma publicação da Universidade da Força Aérea para divulgação de pesquisas científicas de caráter multidisciplinar, prioritariamente ligadas à arma aérea, à doutrina, à estratégia, à defesa nacional, à política aeroespacial, abrangendo, também, as áreas Humana e Tecnológica, desde que possuam interfaces com o setor aeroespacial. Aceita artigos em língua portuguesa nas seguintes categorias: artigos originais, estudos de caso, de revisão, de atualização, comunicações breves e de opinião.

ARTIGOS ORIGINAIS

São trabalhos científicos que comunicam resultados de pesquisas concluídas ou em andamento, que discutem idéias, métodos, técnicas, processos e resultados e apresentem dados originais de descobertas com relação a aspectos experimentais, observacionais ou documentais, com autoria declarada, das diversas áreas do conhecimento.

ESTRUTURA FORMAL

Introdução, desenvolvimento (deve conter uma revisão da literatura, os materiais e métodos utilizados, os resultados e/ou discussões obtidos) e conclusão.

FORMATAÇÃO:

- Arquivos em *Word for Windows*, páginas com formato A4; margens superior, inferior, esquerda e direita a 3cm, 2cm, 3cm, 2cm, respectivamente; fonte Arial, tamanho 12, com espaçamento entre linhas 1,5;
- As citações diretas com mais de três linhas, notas de rodapé, paginação e legendas das tabelas e das ilustrações devem ser digitadas em fonte Arial, tamanho 10;
- Todo artigo deve ser precedido por: título e subtítulo (se houver), separados por dois-pontos (:), o título em negrito, na língua do texto, alinhado à esquerda e em fonte tamanho 16. O título deverá ter a primeira letra da primeira palavra em letra maiúscula e o subtítulo deverá ser todo em minúsculas;
- Evitar abreviaturas e nomes científicos no título. Quando imprescindível, deverá ser inserida nota de rodapé explicativa;

- Título, e subtítulo (se houver) em inglês seguem a mesma padronização do título em português, acrescentando-se o itálico.

PAGINAÇÃO:

- de 15 a 20 páginas (incluindo o resumo, as referências, tabelas e ilustrações); e
- numeração a partir da segunda página, no canto superior direito, em fonte 10.

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

O(s) nome(s) completo(s) do(s) autor(es), qualificação, instituição de pesquisa, cidade e estado, e-mail para divulgação e endereço para correspondência deverão ser transcritos abaixo do título, alinhados à direita e com fonte Arial 10.

RESUMO EM PORTUGUÊS:

- não deve ultrapassar 250 palavras, seguido de 4 (quatro) palavras-chave (em português, separadas entre si por ponto. No caso de expressões, apenas a primeira letra da primeira palavra ficará em maiúscula);
- deve ser escrito sem parágrafos, em espaçamento simples e fonte tamanho 10.

RESUMO EM INGLÊS

Resumo + palavras-chave em inglês (*Abstract + keywords*): a fonte deverá ser em itálico e será adotado o mesmo procedimento do resumo em português.

TABELAS E ILUSTRAÇÕES

- Seguir as orientações das normas de apresentação tabular do IBGE (1993).
- As tabelas (no máximo seis) devem ter numeração em arábico. Títulos localizados acima e alinhados à esquerda;
 - As ilustrações (no máximo oito) devem ter numeração também em arábico. Títulos e fonte localizados abaixo e alinhados à esquerda;
 - As imagens devem ser em tons de cinza e com qualidade ótima (300 dpi);
 - A fonte deve ter tamanho 10;
 - Fotos e desenhos devem estar digitalizados e nos formatos .tif ou .jpg.

CITAÇÕES

Todas as citações seguem a NBR 10520:2002 da ABNT (Citações em Documentos – Apresentação).

REFERÊNCIAS:

• As referências devem ser reunidas no final do artigo, em ordem alfabética, e alinhadas à margem esquerda do texto, em espaço simples e separadas entre si por espaço duplo, de acordo com a NBR 6023:2002 da ABNT (Referências – Elaboração);

- Mínimo de 10 referências bibliográficas.

NOTAS DE RODAPÉ

Utilizar notas de rodapé somente se imprescindível, para esclarecimentos adicionais do texto, não podendo exceder 3 linhas.

NEGRITO E ITÁLICO

Utilizar negrito para:

- título do artigo;
- os títulos das referências;
- palavras designativas (*resumo*, *resumen*, *abstract*, *palavras-chave*, *palabras-clave*, *keywords*);
- tabelas, figuras, gráficos, quadros e demais ilustrações;
- realce de palavra ou texto.

Usar itálico para:

- palavras estrangeiras.

NUMERAÇÃO PROGRESSIVA

Em relação à numeração progressiva, só será permitida a subdivisão até a seção terciária.

Todos os títulos de seção ficarão alinhados à esquerda e o espaçamento entre o título e o texto deverá ser de um espaço de 1,5.

ESTUDO DE CASO

São artigos científicos que procuram descobrir o que há de mais essencial e característico numa situação, através da investigação profunda de um fenômeno, inserido em um contexto da vida real, com vistas a explicar os vínculos causais entre fenômenos.

O estudo de caso possui forte cunho descritivo e profundo alcance analítico, e utiliza grande variedade de instrumentos e estratégias de recolhimento de dados.

A sua estrutura deve apresentar, no mínimo, os seguintes tópicos: introdução, explicando a relevância do caso; apresentação estruturada do caso e discussão.

Devem-se seguir os mesmos critérios de formatação dos artigos originais.

ARTIGOS DE REVISÃO

Preferencialmente solicitados pelos Editores, ou eventualmente por demanda espontânea, são artigos que englobam e avaliam criticamente os conhecimentos que estão disponíveis a respeito de um determinado tema, com comentários de trabalhos de outros autores e bibliografia abrangente sobre o assunto. O autor, grande conhecedor da área, descreve e discute analiticamente uma literatura voltada à comunidade científica. Uma lista abrangente de referências bibliográficas deve aparecer no final do texto.

Devem-se seguir os mesmos critérios de formatação dos artigos originais.

ARTIGOS DE ATUALIZAÇÃO

São avaliações críticas que relatam informações atuais sobre temas de interesse (novas técnicas, doutrinas, equipamentos, legislações, manuais, outros), menos completos que os artigos de revisão.

- Além da introdução, discussão e conclusões/considerações finais, a organização do texto fica a critério do autor; e
- Orienta-se para um mínimo de 20 referências bibliográficas.

ARTIGOS DE OPINIÃO

São artigos nos quais o autor, grande conhecedor de determinado assunto, faz uma análise e reflexão de algum fato ou problema relevante, apoiado em teoria pertinente.

Os autores, em geral, são indicados pelo editor chefe, não sendo essa uma categoria de livre submissão.

- limitados a 3 (três) páginas;
- orienta-se para um mínimo de 10 referências bibliográficas.

PROCESSO DE JULGAMENTO DE MANUSCRITOS

Os artigos não podem ter sido publicados anteriormente em outro periódico.

É realizada uma análise prévia dos trabalhos antes de submetê-los à avaliação científica. Na primeira etapa, são considerados aspectos como ética, escopo, apresentação do artigo segundo as normas da revista da UNIFA. Na segunda etapa, os manuscritos que estejam de acordo com o perfil editorial da Revista serão encaminhados para avaliação por pares.

AValiação POR PARES

Os originais encaminhados pelo autor considerados aptos na etapa anterior serão encaminhados a profissionais de sua respectiva área temática, que emitirão pareceres quanto ao conteúdo da pesquisa. Os pareceres serão analisados pelos editores, que decidirão sobre a aprovação ou não do manuscrito.

Os trabalhos serão julgados por pelo menos dois revisores. Dois pareceres negativos desqualificam o trabalho; havendo discordância de pareceres, é solicitado um terceiro.

Se a matéria for aceita para publicação, a revista permite-se introduzir ajustes de formatação ou mesmo pequenos ajustes de conteúdo, ratificados pelo autor.

Os manuscritos considerados inaptos para publicação poderão ser reenviados aos autores com sugestões para

reformulações, podendo dar início posteriormente a outro processo de avaliação.

O anonimato é garantido durante todo o processo de julgamento.

REVISÃO EDITORIAL

Os manuscritos aceitos são editados e as provas gráficas enviadas à revisão técnica para a correção de erros de impressão.

O ato de envio de um original implica, automaticamente, a cessão dos direitos autorais a ele referentes, devendo a revista ser consultada em caso de republicação. A publicação de artigos não é remunerada. Serão remetidos a cada autor dois exemplares da revista em que for publicada a sua contribuição.

SUBMISSÃO

Somente serão aceitas submissões em mídia eletrônica.

Os artigos devem ser enviados para os seguintes endereços eletrônicos: revistadaunifa@gmail.com ou revistadaunifa@unifa.aer.mil.br

**OS ARTIGOS DEVEM SER ENVIADOS PARA:
UNIVERSIDADE DA FORÇA AÉREA – REVISTA DA UNIFA**

Av. Marechal Fontenelle, 1200 - Campo dos Afonsos

Rio de Janeiro - RJ

CEP 21740-000

Tels.: (21)2157-2780, 2157-2753 ou 2157-2783

Ou para os seguintes endereços eletrônicos:

Internet: revistadaunifa@gmail.com / revistadaunifa@unifa.aer.mil.br