

ESCOLA DE COMANDO E ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO
ESCOLA MARECHAL CASTELLO BRANCO

Maj Art RICARDO **FACÓ** DE ALBUQUERQUE

**Paradigma Tecnológico para o Emprego das
Comunicações da Navegação Fluvial Militar na
Amazônia.**



Rio de Janeiro

2011

Maj Art RICARDO **FACÓ** DE ALBUQUERQUE

**Paradigma Tecnológico para o Emprego das
Comunicações da Navegação Fluvial Militar
na Amazônia.**

Tese apresentada no programa *stricto sensu*
como requisito parcial para a obtenção do
título de Doutor em Ciências Militares.
Escola de Comando e Estado-Maior do
Exército.

Orientador: Ten Cel QEM Armando Morado Ferreira, Ph, D.
Co-orientador: Ten Cel QEM Marco Aurélio Chaves Ferro.

Rio de Janeiro
2011

P 345 Albuquerque, Ricardo Facó de.
Paradigma Tecnológico para o Emprego das Comunicações da
Navegação Fluvial Militar na Amazônia. / Ricardo Facó de
Albuquerque. - 2011.
207 f. : il ; 30 cm.

Tese (Doutorado em Ciências Militares) – Escola de
Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2011.

Bibliografia: f. 198-207

1. Paradigma Tecnológico. 2. Comando e Controle.
3. Navegação Fluvial Militar. 4. Amazônia. I. Título.

CDD 357.246

Maj Art RICARDO **FACÓ** DE ALBUQUERQUE

Paradigma Tecnológico para o Emprego das Comunicações da Navegação Fluvial Militar na Amazônia.

Tese apresentada no programa *stricto sensu* como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Ciências Militares. Escola de Comando e Estado-Maior do Exército.

Aprovado em 26 de outubro de 2011.

BANCA EXAMINADORA

ARMANDO MORADO FERREIRA - Ten Cel QEM - Dr. Presidente
Parque Regional de Manutenção da 1ª Região Militar

MARCIO TEIXEIRA DE CAMPOS – Cel Com - Dr. Membro
Escola de Instrução Especializada

RONALDO MOREIRA SALLES – Ten Cel QEM - Dr. Membro
Instituto Militar de Engenharia

JURACCI FERREIRA GALDINO - Ten Cel QEM - Dr. Membro
Centro Tecnológico do Exército

PEDRO AUGUSTO DE SOUZA LOPES COSENTINO - Ten Cel QEM - Dr. Membro
Centro de Avaliações do Exército

Dedico este trabalho à minha esposa como reconhecimento pelo apoio incondicional à minha caminhada pela busca do conhecimento.

AGRADECIMENTOS

Ao Tenente Coronel Armando Morado Ferreira, meus agradecimentos pelo apoio, incentivo e orientação oportuna na realização deste trabalho, muitas vezes abrindo mão do seu tempo de lazer para discutir esta pesquisa.

Ao Tenente Coronel Marco Aurélio Chaves Ferro, pela disponibilidade de co-orientação e apoio que em muito colaboraram para o aperfeiçoamento deste trabalho.

Aos companheiros do CCEM 2009-2010, que me incentivaram na consecução deste trabalho e me estimularam na busca do conhecimento. Sem a amizade e apoio de vocês, tudo seria mais difícil.

Ao Exército Brasileiro, por me proporcionar mais este desafio, e por todas as oportunidades dadas para preparar-me e vencê-lo.

A minha querida esposa Clodine Matera Olsson Valle, que me apoiou desde o início desta empreitada e que, sem sua compreensão e suporte, eu não teria vencido as barreiras que se apresentaram.

Aos meus queridos filhos – Arthur Lima Albuquerque e Sarah Lima Albuquerque, pelo amor incondicional e por estimularem meu exemplo.

A Deus, que me deu saúde e iluminou meu caminho para a realização desta Tese.

“Após um longo período sem que o Brasil participe de conflitos que afetem diretamente o território nacional, a percepção das ameaças está desvanecida para muitos brasileiros”

(Política de Defesa Nacional – 2005)

RESUMO

A Estratégia Nacional de Defesa, aprovada em 2008, prioriza o desenvolvimento das tecnologias de comunicação entre todos contingentes das forças armadas para que atuem em rede para permitir a fluidez do comando e controle no emprego combinado, bem como a defesa da Região Amazônica. O vazio demográfico e a falta de infraestrutura de transporte da Amazônia, aliados à cobiça internacional sobre suas riquezas e a permeabilidade das suas fronteiras, destacam a importância desta região. Neste contexto, a Navegação Fluvial Militar se apresenta como o meio de capilarização de forças militares neste cenário. Entretanto, a vulnerabilidade do Comando e Controle da navegação fluvial é um obstáculo à presença da Força Terrestre na Amazônia, um dos objetivos da Estratégia Nacional de Defesa. Para a concretização deste objetivo, com base na expressão científico-tecnológica do poder nacional e na cooperação internacional que não implique dependência tecnológica ou submissão, devem ser identificadas as áreas do conhecimento tecnológico cuja pesquisa aplicada deve requerer prioridade à doutrina de guerra centrada em redes (*network centric warfare – NCW*). Neste contexto, a guerra centrada em redes se delinea como um recurso fundamental na solução da atuação conjunta. Para o Brasil, que busca um assento no Conselho Permanente da Organização das Nações Unidas, a capacidade de atuar em coligações é um fator decisivo para destacar o país no cenário geopolítico internacional, bem como atender às diretrizes da Estratégia Nacional de Defesa. Para que se pudesse estabelecer um conjunto de parâmetros tecnológicos que respondessem o problema proposto nesta pesquisa, foi utilizado o conceito de Paradigma Tecnológico, que estabelece uma metodologia de identificação de trajetórias tecnológicas que atendam às condicionantes decorrentes da concepção estratégica brasileira. Por meio de pesquisa bibliográfica, documental e de caráter exploratório, este trabalho teve por resultado a identificação de um Paradigma Tecnológico, composto por trajetórias tecnológicas e condicionantes operacionais que possam contribuir para a implementação de requisitos necessários para definir, sustentados pela Estratégia Nacional de Defesa, um perfil tecnológico das Comunicações para a Navegação Fluvial na Amazônia.

Palavras-chave: Paradigma Tecnológico. Comando e Controle. Navegação Fluvial Militar. Amazônia.

ABSTRACT

The Brazilian National Defense Strategy, approved in 2008, prior the development of communication technologies between all armed forces personnel for the network use and allows command and control fluidity an joint operations, as Amazon Region's defense. The demographic emptiness and lack of transportation infrastructure in the Amazon, together with the international greed over their wealth and the permeability of its borders, highlight the importance of this region. In this context, the Inland Military Navigation is presented as the means of dissemination of military forces in this scenario. However, the vulnerability of command and control of inland waterway transport is an obstacle to the presence of the Land Forces in the Amazon, one of the goals of the National Defense Strategy. To achieve this goal, based on scientific-technologic expression of the national power and international cooperation, does not imply on technology dependence and submission. Technology knowledge areas whose applied research on network centric warfare (NCW) must be identified. On this context, network centric warfare traces itself as a basic resource on joint operations for Brazil, that seeks for a sit on United Nations Organization's Permanent Council, the colligation capacity is a decisive factor to stand out the country on international geopolitical scenery, as well to attend national defense strategy's directives. To establish a set of technological parameters to answer the problem posed in this study, was used the concept of technological paradigms, establishing a methodology for the identification of technological trajectories that meet the conditions arising from strategic design in Brazil. Through literature, documentary and exploratory nature, this work resulted in the identification of a Technological Paradigm, composed of technological trajectories and operational constraints that may contribute to the implementation of requirements to define, supported by the National Defense Strategy, a technological profile of Communications for the Inland Navigation on the Amazon.

Keywords: Technological Paradigm. Command and Control. Inland Military Navigation. Amazon.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Parâmetros gerais de planejamento do Exército Brasileiro.....	49
Figura 2 - Curva de desenvolvimento da C&T.....	52
Figura 3 – Organograma do SCTEx.....	57
Figura 4 - Mapa Estratégico do DCT contendo os 20 Objetivos Estratégicos de Ciência e Tecnologia – OEC&T. Destaque para os objetivos relacionados a este trabalho.	62
Figura 5 - Pirâmide dos macroprocessos de C&T no Exército Brasileiro	63
Figura 6 - Aeronave de sensoriamento remoto R-99B, utilizada pelo SIPAM	65
Figura 7 – Processo de obtenção da consciência situacional	70
Figura 8 – Processo de integração do C ² com Sistemas de Sensores	71
Figura 9 – Centro de Operações Combinadas de suporte à Operação <i>Iraqi Freedom</i>	72
Figura 10 – Processo espiral de desenvolvimento de capacidades.	79
Figura 11 – Ciclo de validação e reformulação de capacidades.	85
Figura 12 – Estrutura base para a Operações Baseadas em Efeitos.....	87
Figura 13 – Os Subprocessos do Ciclo OODA.....	88
Figura 14– O Ciclo OODA nos Domínios da GCR. As Operações em Rede	89
Figura 15 – A lógica dos princípios motivadores do conceito de GCR.....	91
Figura 16 – Visão Geral do sistema de C ⁴ I em rede utilizado por Israel.	93
Figura 17 – Terminal do usuário com display de integração de sistemas de comunicações.	94
Figura 18 – Gateway de conversão de sinais rádio em pacotes IP.....	94
Figura 19 – Modelo de Gateway de conversão de sinais rádio em pacotes IP em exposição na LAAD - 2009.....	94
Figura 20 – Equipamento Rádio ESPEAKeasy II.....	95
Figura 21– Sistema de C ² nível Brigada.....	97
Figura 22 – Módulo de Telemática Operacional.....	98
Figura 23 – Viatura de Comando e Controle.....	99
Figura 24 – Interior da Viatura de Comando e Controle.....	101
Figura 25 – Desafios estratégicos da Guerra Centrada em Redes.	103
Figura 26 – Ciclo de Inovação.....	114

Figura 27 – Esboço Geral das Fases de Projeto Sistemático da Força	119
Figura 28 – Portos contemplados pelo CT Infra do FINEP	132
Figura 29 – Proposta de integração Sul-americana	133
Figura 30 - Capacidade x Mobilidade x Alcance.	142
Figura 31 – O Espectro Eletromagnético.	143
Figura 32 – A reflexão ionosférica da radio frequência.	144
Figura 33 – Zona de Silêncio por propagação ionosférica.	145
Figura 34 – Zona de Silêncio por propagação ionosférica.	146
Figura 35 – Efeito da refração na propagação da onda de rádio.	146
Figura 36 – Atenuação por difração da onda de rádio.	147
Figura 37 – Atenuação por espalhamento da onda de rádio.....	147
Figura 38 – Atenuação por absorção da onda de rádio.	148
Figura 39 – Transceptor ROHDE & SCHWARZ M3TR.....	151
Figura 40 – Transceptor YAESU System 600.	152
Figura 41 – Embarcação tática <i>Combat Boat – 90</i> , de origem Sueca.....	163
Figura 42 – Organograma do CECMA.	164
Figura 43 – Regime dos Rios da Amazônia Ocidental.....	166
Figura 44 – Composição de balsas com empurrador.....	167
Figura 45 – Aeronave C-105 Amazonas.	168
Figura 46 – Calha do Rio Rack Ba Rai.....	170
Figura 47 – Embarcação de Comando e Controle.	170
Figura 48 – Embarcação Monitor.	171
Figura 49 – Desembarque da Brigada Ribeirinha Móvel.....	172
Figura 50 – Navio-Patrolha Fluvial RAPOSO TAVARES.	173
Figura 51 – Funcionamento de um Ecobatímetro.	176
Figura 52 – Maleta do RDSS.....	177
Figura 53 – Embarcação Fluvial Romena da Classe Brutar.....	180
Figura 54 – Canhoneiro Russo da Classe Videlsya.	180
Figura 55 – Embarcação Fluvial Colombiana.....	181

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Princípios de Emprego das Comunicações.....	140
Quadro 2 – Princípios Gerais das Comunicações.....	140
Quadro 3 – Demandas Operacionais das Comunicações da Navegação Fluvial na Amazônia.	188
Quadro 4 – Trajetórias Operacionais Desejadas e Tecnologias Relacionadas.....	190

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIN	Agência Brasileira de Inteligência
ALE	<i>Automatic Link Establishment</i>
AWACS	<i>Airborne Warning and Control System</i>
BND	Base Nacional de Defesa
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
C & T	Ciência e Tecnologia
C2	Comando e Controle
C ⁴ ISR	<i>Command, Control, Communications, Computers, Intelligence Surveillance and Reconnaissance</i>
CAEx	Centro de Avaliação do Exército
CBA	Centro de Biotecnologia da Amazônia
CComGEx	Centro de Comunicações e Guerra Eletrônica do Exército
CCRP	<i>C⁴ISR Cooperative Research Program</i>
CECMA	Centro de Embarcações do Comando Militar da Amazônia
CENSIPAM	Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia
CEPESQ	Centro de Pesquisa e Desenvolvimento para a Segurança das Comunicações
CF	Constituição Federal
CIGE	Centro Integrado de Guerra Eletrônica
CMA	Comando Militar da Amazônia
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
COMSEC	<i>Communications Security</i>
ConDOp	Condicionantes Doutrinárias e Operacionais
CT Amazônia	Programa de C&T para a Defesa e Desenvolvimento da Amazônia

CTEx	Centro Tecnológico do Exército
DAMEPLAN	Dados Médios de Planejamento
DCT	Departamento de Ciência e tecnologia
DCTA	Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial
DE	Divisão de Exército
DICA	Direito Internacional dos Conflitos Armados
DMCEI	Diretoria de Material de Comunicações, Eletrônica e informática
DoD	<i>Department of Defense</i> (Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América)
DTLOMS	Doutrina, Treinamento, Liderança, Organização, Material e pessoal, Soldado
EB	Exército Brasileiro
EME	Estado-Maior do Exército
END	Estratégia Nacional de Defesa
EUA	Estados Unidos da América
FAB	Força Aérea Brasileira
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
FMCE	Fábrica de Material de Comunicações do Exército
GC ²	Grupo de Comando e Controle
GCR	Guerra Centrada em Redes
GE	Guerra Eletrônica
HC	Hipóteses de Conflito
HF	<i>High Frequency</i>
IMBEL	Indústria de Material Bélico
IME	Instituto Militar de Engenharia

INPA	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
JDAM	<i>Joint Direct Attack Munition</i>
JSTARS	<i>Joint Surveillance Target Attack Radar System</i>
LAAD	<i>Latin America Aerospace Defense</i>
LF	<i>Low Frequency</i>
MAE	Medidas de Ataque Eletrônico
MAGE	Medidas de Apoio a Guerra Eletrônica
MCM	Módulo(s) de Capacidade de Missão
MCT	Ministério de Ciência e Tecnologia
MD	Ministério da Defesa
MEM	Material de Emprego Militar
MF	<i>Medium Frequency</i>
MPE	Medidas de Proteção Eletrônica
MT	Módulo de Telemática
MTO	Módulo de Telemática Operacional
NAPAFLU	Navio-Patrolha Fluvial
NCW	Network Centric Warfare
NNEC	<i>NATO Network Enabled Capability</i>
OBE	Operações Baseadas em Efeitos
OCR	Operações Centradas em Rede
OEC & T	Objetivos Estratégicos de Ciência e Tecnologia
OM	Organização Militar
OMDS	Organizações Militares Diretamente Subordinadas
ONG	Organizações Não Governamentais
OODA	Observar-Orientar-Decidir-Atuar

OTAN	Organização do Tratado do Atlântico Norte
OTCA	Organização do Tratado de Cooperação Amazônica
P & D	Pesquisa e Desenvolvimento
PAA	Plano de Apoio a Amazônia
PBCT	Plano Básico de Ciência e Tecnologia
PDN	Política de Defesa Nacional
PEF	Pelotão Especial de Fronteira
PEREX	Plano Estratégico de Reestruturação do Exército
RAM	Revolução dos Assuntos Militares
RDS	Rádio Definido por Software
RDSS	<i>Radio Determination Satellite Service</i>
RMA	<i>Revolutions in Military Affairs</i>
ROB	Requisitos Operacionais Básicos
RRE	Rede Rádio Especial
RRFP	Rede Rádio Fixa Principal
RRFS	Redes Rádio Fixas Seccionais
RRP	Rede Rádio Privativa
RRSEC	Redes Rádio do Sistema Estratégico de Comunicações
SC ² Ex	Sistema de Comando e Controle do Exército
SC ² FTer	Sistema de Comando e Controle da Força Terrestre
SCA	Sistema de Comunicações de Área
SCC	Sistema de Comunicações de Comando
SCF	Sistemas de Combate do Futuro
SCTEx	Sistema de Ciência e Tecnologia do Exército
SEC	Sistema Estratégico de Comunicações

SICOMEx	Sistema de Comunicações do Exército
SIPAM	Sistema de Proteção da Amazônia
SIPLEx	Sistema de Planejamento do Exército
SISCOMIS	Sistema de Comunicações Militares por Satélite
SISFRON	Sistema Integrado de Monitoramento da Fronteira
SISTAC	Sistema Tático de Comunicações
STI	Secretaria de Tecnologia da Informação
Tec	Ciência, Tecnologia e Informação
TI	Tecnologia da Informação
TRANSEC	<i>Transmissions Security</i>
USR	<i>Ultimate Software Radio</i>
VANT	Veículo Aéreo Não Tripulado
VCC	Viatura de Comando e Controle
VHF	<i>Very High Frequency</i>
VOIP	<i>Voice Over Internet Protocol</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	21
1.1	TEMA.....	25
1.2	PROBLEMA.....	25
1.2.1	Alcances e Limites	27
1.2.2	Justificativas	27
1.2.3	Contribuições	29
1.3	OBJETIVOS.....	29
1.4	HIPÓTESE.....	30
1.5	REFERENCIAL TEÓRICO	31
1.5.1	A Atual Concepção Estratégica do Estado Brasileiro	31
1.5.2	O Vetor Ciência e Tecnologia no Exército Brasileiro	31
1.5.3	O Sistema Operacional Comando e Controle (C²)	32
1.5.4	A Guerra Centrada em Redes	33
1.5.5	O Ambiente Operacional Amazônico	33
1.5.6	A Atividade de Navegação Fluvial no Exército Brasileiro	34
1.5.7	O Conceito de Paradigma Tecnológico	34
1.6	METODOLOGIA	35
1.6.1	Variáveis	36
2	A CONCEPÇÃO ESTRATÉGICA DO ESTADO BRASILEIRO E SEUS REFLEXOS PARA O VETOR CIÊNCIA E TECNOLOGIA NO EXÉRCITO BRASILEIRO	38
2.1	A CONSTITUIÇÃO FEDERAL BRASILEIRA DE 1988.....	38
2.1.1	O Papel Constitucional do Exército Brasileiro	39
2.1.2	Regulamentações Sobre Estratégia	40
2.2	O PENSAMENTO BRASILEIRO SOBRE DEFESA E SEGURANÇA.....	40
2.2.1	Indústria de Defesa	40
2.2.2	O Papel da Ciência e Tecnologia na Defesa da Soberania Nacional	41
2.3	A POLÍTICA DE DEFESA NACIONAL.....	44
2.3.1	Diretrizes da PDN para a realização de pesquisas	46

2.4	A ESTRATÉGIA NACIONAL DE DEFESA	47
2.4.1	Diretrizes da END	47
2.4.2	Imperativos para o Exército Brasileiro	48
2.5	O VETOR CIÊNCIA E TECNOLOGIA NO EXÉRCITO BRASILEIRO	50
2.6	A C&T NO COMBATE MODERNO.....	51
2.6.1	As Guerras do Futuro	54
2.6.2	Os Setores Tecnológicos de Defesa	55
2.7	A ORGANIZAÇÃO DO SISTEMA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO EXÉRCITO BRASILEIRO	57
2.8	A ATUAL INDÚSTRIA NACIONAL DE C&T PARA A DEFESA.....	58
2.8.1	As Organizações Militares do setor de tecnologia	59
2.9	O SISTEMA DE PLANEJAMENTO DO EXÉRCITO.....	59
2.10	CONDICIONANTES OPERACIONAIS	66
2.11	REQUISITOS OPERACIONAIS BÁSICOS.....	67
2.12	CONCLUSÃO PARCIAL.....	67
3	A GUERRA CENTRADA EM REDES	69
3.1	A INFLUÊNCIA DA 4ª GERAÇÃO DO COMBATE NA GUERRA CENTRADA EM REDES	71
3.2	A MULTIDIMENSÃO DO CAMPO DE BATALHA.....	73
3.3	AS CONSEQUÊNCIAS DA ERA DA INFORMAÇÃO PARA O COMBATE ...	74
3.4	AS CARACTERÍSTICAS DO COMBATE EM REDE	75
3.5	O ENQUADRAMENTO CONCEITUAL DA GUERRA CENTRADA EM REDES	78
3.6	A EVOLUÇÃO DA DOCTRINA COM BASE NA GCR.....	79
3.7	A EVOLUÇÃO DO MODELO ESTRATÉGICO DO COMBATE NO SÉCULO XXI	81
3.8	A ATUAÇÃO CONJUNTA COMO CAPACIDADE FUNDAMENTAL DE PROJEÇÃO NACIONAL.....	83
3.8.1	Estudo de caso: A Capacidade de Operar em Rede da OTAN	84
3.9	AS EXIGÊNCIAS DO DOMÍNIO FÍSICO DA GCR	90
3.9.1	A Estrutura de Gateway de C² para a Guerra Centrada em Redes: o Modelo de Israel	91

3.9.2	O Conceito de Rádio Definido por Software e sua Relevância para a GCR	95
3.10	O PROGRESSO BRASILEIRO NO CAMPO DA GCR	97
3.10.1	O Módulo de Telemática operacional: o Primeiro Passo	98
3.11	A GCR E SEU EMPREGO NA AMAZÔNIA	101
3.12	CONCLUSÃO PARCIAL	103
4	A TRANSFORMAÇÃO DA TECNOLOGIA MILITAR E O NOVO PARADIGMA TECNOLÓGICO: REFLEXOS PARA O FUTURO DO EXÉRCITO BRASILEIRO	106
4.1	AS RAM E A TRANSFORMAÇÃO DA GUERRA: A INFLUÊNCIA DA TECNOLOGIA NA EVOLUÇÃO DO COMBATE	107
4.1.1	O Modelo Norte-americano de Revolução nos Assuntos Militares	110
4.2	A INOVAÇÃO E A DIFUSÃO: TEORIAS SOBRE A MUDANÇA TECNOLÓGICA	113
4.2.1	As Tendências da Inovação: Ingredientes do Processo Inovador	115
4.3	TRAJETÓRIAS E PARADIGMAS TECNOLÓGICOS: O CONCEITO E SUA APLICAÇÃO	120
4.3.1	Estudo de Caso Histórico Sobre Paradigma e Trajetórias Tecnológicas: Combustíveis Sintéticos	124
4.4	CONCLUSÃO PARCIAL	125
5	A AMAZÔNIA E SUA INFLUÊNCIA NAS COMUNICAÇÕES MILITARES	128
5.1	A FISIOGRAFIA E CLIMA DA REGIÃO AMAZÔNICA	129
5.2	ASPECTOS PSICOSSOCIAIS	133
5.2.1	A Biopirataria	134
5.2.2	O controle Legal da fronteira pelas Forças Armadas	135
5.3	A PRIORIDADE DA END PARA O ENTORNO AMAZÔNICO	136
5.3.1	Os projetos existentes para o desenvolvimento da defesa na região	136
5.4	A INFLUÊNCIA DO MEIO AMAZÔNICO PARA AS COMUNICAÇÕES MILITARES	138
5.4.1	Princípios de Emprego das Comunicações	139
5.4.2	O Sistema de Comando e Controle do Exército	141
5.4.3	Aspectos Técnicos das Comunicações Militares	142
5.4.4	Redes Rádio do Sistema Estratégico de Comunicações (RRSEC)	149

5.4.5	O Sistema Tático de Comunicações (SISTAC)	150
5.4.6	Recursos do SISTAC na Amazônia	151
5.4.7	A avaliação dos enlaces de HF versus satélite para as comunicações militares.	153
5.5	AS COMUNICAÇÕES NAS OPERAÇÕES CONJUNTAS	156
5.6	CONCLUSÃO PARCIAL	157
6	A NAVEGAÇÃO FLUVIAL MILITAR NA AMAZÔNIA, EMPREGO E SISTEMA DE COMANDO E CONTROLE	160
6.1	O CENTRO DE EMBARCAÇÕES DO COMANDO MILITAR DA AMAZÔNIA	162
6.1.1	Princípios da Atividade de Navegação Fluvial Militar	165
6.1.2	Embarcações x Aeronaves	166
6.1.3	Doutrina de Emprego	168
6.1.4	Caso Histórico – o Combate de Rach Ba Rai	169
6.1.5	O Comando e Controle dos Navios-Patrolha Fluvial (NAPAFLU)	173
6.2	AS COMUNICAÇÕES NA NAVEGAÇÃO FLUVIAL	174
6.2.1	As Necessidades das Comunicações da Navegação Fluvial	175
6.2.2	O RDSS: Possibilidades, Limitações e o Projeto de Modernização	177
6.2.3	Os Requisitos de Guerra Eletrônica para Operações Conjuntas	178
6.2.4	A Solução de Outros Países para a Navegação Fluvial	179
6.3	CONCLUSÃO PARCIAL	181
7	O PARADIGMA TECNOLÓGICO APLICADO ÀS COMUNICAÇÕES DA NAVEGAÇÃO FLUVIAL NA REGIÃO AMAZÔNICA	184
7.1	TRAJETÓRIAS TECNOLÓGICAS PARA O ESTABELECIMENTO DE PARÂMETROS DO C² PARA A NAVEGAÇÃO FLUVIAL	186
7.2	OS REQUISITOS OPERACIONAIS PARA O EMPREGO DAS COMUNICAÇÕES NA ATIVIDADE DE NAVEGAÇÃO FLUVIAL NA AMAZÔNIA	187
7.2.1	As demandas operacionais essenciais	187
7.2.2	As Trajetórias Operacionais Desta Pesquisa, Como Subsídio para Identificação das Trajetórias Tecnológicas Demandadas	189
8	CONCLUSÃO	193

8.1	RECOMENDAÇÕES	195
	REFERÊNCIAS	197

INTRODUÇÃO

“Estar preparado para a guerra é o meio mais efetivo de preservar a paz”.
(George Washington, 1790)

A preservação da soberania brasileira depende, entre outros pontos, da capacidade bélica do país. O preparo, o emprego e a tecnologia militar disponível são componentes diretas desta capacidade.

A Região Amazônica, em particular, caracteriza-se por uma grande permeabilidade nas fronteiras. “A atividade de navegação militar na Amazônia é o veículo de capilarização das forças militares no interior da selva amazônica” (CECMA, 2008). Assim, sua importância incontestável se depara com a necessidade de comando e controle desta atividade, que é o foco deste trabalho, cujas tecnologias devem estar inseridas dentro das diretrizes emanadas pelo poder público, as quais serão estudadas, a fim de definir os rumos a serem seguidos.

O Brasil compactua, desde a Constituição da República Federativa do Brasil (CF) de 1988, dos princípios da não-intervenção, defesa da paz e solução pacífica de conflitos, entre outros (Art. 4º, CF, BRASIL, 1988).

Segundo a Política de Defesa Nacional (BRASIL, 2005), esse posicionamento acabou por gerar uma sensação para o povo brasileiro de que pensar em defesa nacional não era uma prioridade, pois o seu emprego era pouco provável. Tal postura manteve adormecida por um bom tempo a atenção que deveria ser dispensada, pela própria sociedade brasileira, aos assuntos de defesa.

A redução do grau de previsibilidade das relações internacionais com o fim da Guerra Fria, bem como o surgimento de novos atores armados de insurgência difusa, como a organização Al-Qaeda, modificaram drasticamente os conceitos de segurança territorial (PATTEE, 2008), com ataques elusivos calcados em ideologias religiosas. Dessa forma, fizeram com que o mundo acordasse para a necessidade de rever seu julgamento sobre a estrutura de defesa.

A Amazônia brasileira, por se tratar de um espaço geográfico com vastos recursos naturais como jazidas minerais, biodiversidade e água doce, cuja significância ambiental é essencial para a humanidade, vem atraindo interesses externos que questionam a soberania brasileira sobre esta região (POLÍTICA DE DEFESA NACIONAL, 2005). São frequentes as expressões públicas internacionais

de má gestão da floresta amazônica por parte do Brasil, além de presenciar-se uma recorrente discussão sobre a possibilidade de “internacionalizar” a Amazônia.

O Brasil, em função dessa nova realidade, voltou suas atenções para a defesa nacional e aprovou, em 2005, uma nova Política de Defesa Nacional (PDN). O documento contempla, dentre outros pontos, a prioridade para a redução da dependência tecnológica, a ênfase no desenvolvimento da indústria de defesa, a interoperabilidade entre as Forças Armadas e define a Amazônia como área prioritária para a Defesa Nacional.

Atendendo determinação do Sistema de Planejamento do Exército (SIPLEx) de 2002, e alinhado com as diretrizes da PDN, o Exército Brasileiro elaborou, em 2006, o Plano Básico de Ciência e Tecnologia (PBCT). O plano estabelece ações para o Sistema de Ciência e Tecnologia do Exército (SCTEx) para o período de 2007 a 2010, voltadas para o desenvolvimento tecnológico da Força Terrestre.

Com o objetivo de operacionalizar as diretrizes da PDN, o Ministério da Defesa, em conjunto com a Secretaria de Assuntos Estratégicos, elaborou a Estratégia Nacional de Defesa (END), que foi aprovada em 2008. Para atender o conceito de flexibilidade, a END estabelece o fortalecimento do setor cibernético, visando à atuação conjunta das três Forças Armadas em rede sem depender de tecnologia estrangeira (BRASIL, 2008).

Em virtude do vazio de poder existente, contrapondo-se à necessidade de projeção de poder nesta região, na Amazônia foi priorizado pela END o adensamento da presença do Estado, em particular a presença das Forças Armadas ao longo das nossas fronteiras, como condição necessária para conquista dos objetivos de estabilização e seu desenvolvimento integrado (BRASIL, 2008).

Para que se possa atender esse adensamento, é essencial entender que, na Amazônia, em virtude da dificuldade de se penetrar a floresta, praticamente inexitem rodovias (PRADO, 2000). Porém, toda a região é permeada por uma malha hidroviária, especialmente nas regiões fronteiriças.

O deslocamento é realizado por dois modais principais: o aéreo e o hidroviário. Assim, em virtude das longas distâncias a serem percorridas¹, o modal

¹As cidades de Manaus e Belém são os principais centros de distribuição de suprimento e de concentração de pessoal. Destas cidades aos pelotões de fronteira mais remotos, as distâncias chegam a 3.324 Km, como de Manaus para a localidade de Cruzeiro do Sul – AC (CECMA,2008).

aéreo tem a vantagem da rapidez de deslocamento. Entretanto, ele requer pistas de pouso, coordenação com a Força Aérea e possui pouca capacidade de carga por aeronave², tornando-se, assim, muito complexo e caro. Isto o inviabiliza para o deslocamento de tropas para qualquer ponto da Amazônia e a manutenção de uma cadeia logística regular para os pelotões de fronteira, em especial.

O Exército Brasileiro adota o transporte fluvial como solução para o transporte de tropa e carga na Amazônia (CECMA, 2008). A atividade militar de navegação fluvial é responsável, atualmente, por 86% do transporte logístico da 12ª Região Militar (CECMA, 2008), além de apoiar as operações realizadas no âmbito do Comando Militar da Amazônia (CMA), realizando o transporte da tropa. Cada módulo de balsa transporta, no mínimo, 200 toneladas de material ou o equivalente em pessoal (CECMA, 2008). Esta capacidade sinaliza para a vantagem do modal hidroviário sobre o aéreo nas operações e atividades logísticas no ambiente amazônico.

Apesar da sua importância, a atividade de navegação fluvial se depara com uma grave vulnerabilidade: suas comunicações, em face da complexidade do emprego do espectro eletromagnético no ambiente de selva, e as condicionantes impostas pela natureza desta atividade no combate regular. O atual equipamento rádio utilizado nas embarcações militares é de natureza civil (CECMA, DAMEPLAN, 2008). Ou seja, possui limitada proteção eletrônica, robustez, confiabilidade e não possui todas as características técnicas necessárias para o interfaceamento com equipamentos militares do Exército Brasileiro ou das outras Forças Armadas, como preconizado pela END (BRASIL, END, 2008). Desta forma, o Comando e Controle (C²) da navegação fluvial militar está em total dissonância com as diretrizes estratégicas vigentes e exigências tecnológicas estabelecidas pelos documentos anteriormente citados.

A título de ilustração, essa vulnerabilidade implica, por exemplo, na possibilidade de localização eletrônica, entre outras ações da guerra eletrônica inimiga, que comprometem a segurança das nossas embarcações em deslocamento e, conseqüentemente, da tropa e do material transportados por elas.

² Por exemplo, a aeronave Hércules C - 130 tem capacidade de carga aproximada de 19 toneladas (BRASIL, MINISTÉRIO DA DEFESA. **Aeronaves da Força Aérea Brasileira**. 2009).

Esta pesquisa foi motivada pela identificação de uma crítica vulnerabilidade tecnológica na navegação fluvial, óbice a uma vasta gama de objetivos estratégicos definidos na Estratégia Nacional de Defesa (BRASIL, 2008), tais como:

- A flexibilidade estratégica entre as Forças Armadas, que deve ser obtida pelo estabelecimento de uma rede de comunicações interfaceada entre as mesmas, que é a base do conceito da Guerra Centrada em Redes, para que atuem em conjunto;

- A capacitação de autonomia tecnológica da indústria nacional de defesa, inclusive o setor estatal de material de defesa, com prioridade para o desenvolvimento de tecnologias de domínio nacional (REVISTA VERDE-OLIVA, 2008);

- A prioridade para o setor cibernético, com ênfase no Comando e Controle;

- A imposição de desenvolver a mobilidade e a capacidade logística, sobretudo na Região Amazônica;

- A estratégia da presença da Força Terrestre, em especial na Amazônia, que exigirá um eficiente C^2 ; e

- A determinação de preparar o Exército Brasileiro para uma guerra assimétrica, dentro de um quadro de resistência, por meio dos imperativos de flexibilidade e elasticidade, sobretudo na região amazônica.

Como produto final, esta pesquisa teve como proposta identificar um paradigma tecnológico que auxiliasse a definição de sistemas satisfatórios para as comunicações da navegação fluvial em ambiente amazônico. A expectativa é de que as propostas formuladas contribuam como subsídios para o estabelecimento de Condicionantes Doutrinárias Operacionais (ConDOp), sucedidas por Requisitos Operacionais Básicos (ROB), e até mesmo delinear critérios técnicos que apoiem o desenvolvimento de tecnologias autônomas viáveis para o emprego seguro e eficiente das comunicações no Comando e Controle da Navegação Fluvial do Exército Brasileiro.

É essencial que o C^2 seja permeado pelo conceito de Guerra Centrada em Redes, pois a Estratégia Nacional de Defesa contempla a necessidade de se assegurar que as Forças Armadas possam atuar em rede (BRASIL, END, 2008, p. 5).

A contribuição científica deste trabalho consiste em realizar estudo conceitual para o estabelecimento de um paradigma tecnológico que dê embasamento para trabalhos futuros que conduzam ao desenvolvimento das atividades de Defesa Nacional, que envolvem a navegação fluvial militar na Amazônia, tendo como pano de fundo a integração por meio da Guerra Centrada em Redes, constituindo uma empreitada científica inédita.

1.1 TEMA

Esta pesquisa se enquadrou no tema “**Novas Tecnologias Aplicáveis aos Sistemas de Comunicações do Exército Brasileiro.**”, estabelecido como de interesse para o Exército Brasileiro, sendo este tema delimitado neste trabalho pela vulnerabilidade tecnológica identificada nas comunicações da atividade de navegação fluvial militar do Exército Brasileiro. Para abranger os aspectos que envolvem esta delimitação, será realizado o estudo da Estratégia de Defesa Nacional (END), com foco nas medidas de implementação no campo da CT & I, nas concepções estratégicas que envolvem o Sistema Operacional Comando e Controle para o Exército Brasileiro, com base no conceito de Guerra Centrada em Redes, voltadas para seu emprego no Ambiente Operacional Amazônico.

1.2 PROBLEMA

Foi identificado como problema a vulnerabilidade do Sistema Operacional Comando e Controle na atividade de navegação fluvial, particularmente na Região Amazônica.

Não existe, atualmente, o interfaceamento dos sistemas de Comando e Controle em todos os níveis hierárquicos. Este óbice decorre, em grande parte, da falta de padronização de características tecnológicas e dificuldades estruturais e financeiras, além de problemas de governança, para sua aquisição. Esse interfaceamento é um objetivo elencado pela Estratégia Nacional de Defesa, sob o conceito de interoperabilidade (BRASIL, END, 2008).

Os manuais de campanha não regulam plenamente a atividade de navegação fluvial no Exército Brasileiro. As abordagens que remetem a este assunto estão limitadas ao emprego de embarcações em Operações Ribeirinhas no ambiente de selva (BRASIL, EME, IP 72-1, 1997). A formulação do emprego e experimentação doutrinária da navegação fluvial está a cargo do Centro de Embarcações do Comando Militar da Amazônia (CECMA), Organização Militar do Exército Brasileiro, por meio da Seção de Pesquisa da Divisão de Instrução de Embarcações (CECMA, 2008).

Como a atividade de navegação fluvial no Exército não está completamente regulada, ainda não foram estabelecidos procedimentos, padronizações e condicionantes para a sua execução.

Diante destas verificações, fez-se necessário que fossem determinadas as formulações conceituais dos requisitos adequados e viáveis para a segurança da exploração das comunicações na atividade de navegação fluvial e, conseqüentemente, paradigmas tecnológicos que proporcionem a segurança e confiabilidade do emprego da embarcação militar, no que tange a C².

Entende-se por paradigma tecnológico um modelo e um padrão de solução de problemas tecnológicos selecionados, baseados em princípios selecionados, derivados das ciências naturais e em tecnologias e materiais selecionados (DOSI, 2006, p.41). Este conceito será pormenorizado em capítulo específico deste trabalho.

Por conseguinte, fez-se necessário e oportuno determinar atributos técnicos e operacionais que ofereçam subsídios para esgotar, de forma viável para a Força Terrestre, a atual vulnerabilidade do Comando e Controle na navegação fluvial.

Em função do exposto, elencaram-se as seguintes situações-problema:

“As condicionantes doutrinárias do Sistema de Comando e Controle estão sendo atendidas pelo atual equipamento rádio empregado nas comunicações na navegação fluvial e permeadas pelas diretrizes estratégicas governamentais de defesa?”

“Que parâmetros tecnológicos devem ser estipulados, atendendo a legislação doutrinária vigente, para que se determinem as características ideais para o equipamento rádio a ser empregado nas embarcações do Exército Brasileiro no ambiente amazônico, particularmente quanto à integração em rede?”

1.2.1 Alcances e Limites

O vácuo doutrinário existente em relação à navegação fluvial produz uma perigosa vulnerabilidade no Comando e Controle dos deslocamentos de material e pessoal por meio das embarcações. Assim sendo, este projeto apontou para uma proposta de requisitos, no campo da Ciência e Tecnologia, que favorecessem a redução e, se possível, dessem subsídio para a eliminação desta vulnerabilidade. Desta forma, assegurar-se-á o emprego seguro das comunicações na atividade de navegação fluvial na região amazônica.

A abordagem da necessidade de se estabelecer o enlace de C^2 entre as forças, como premissa da END, conduz ao conceito da Guerra Centrada em Redes, que foi bastante tratado nesta pesquisa. Esse conceito, formulado inicialmente pelas Forças Armadas norte-americanas, pressupõe o interfaceamento de C^2 em todos os níveis hierárquicos, está sendo utilizado por Forças Armadas de diversos países e atende à necessidade da defesa brasileira identificada na Estratégia Nacional de Defesa.

De uma forma mais objetiva, esta pesquisa versou sobre as comunicações na navegação fluvial militar a fim de estabelecer elementos necessários para a formulação das Condicionantes Doutrinárias Operacionais (ConDOp) e seus respectivos Requisitos Operacionais Básicos (ROB), com foco no Sistema de Comando e Controle da Força Terrestre, alinhando-os ao Plano Básico de Ciência e Tecnologia (PBCT) do Exército Brasileiro e à Estratégia Nacional de Defesa, para seu emprego, voltadas para sua formulação conceitual em função da atividade de navegação fluvial, no combate regular ou irregular, em particular no ambiente operacional da Amazônia.

1.2.2 Justificativas

A Estratégia Nacional de Defesa (2008) destaca as prioridades que devem ser conferidas ao setor estratégico de Cibernética³ e à Amazônia Brasileira.

³ O conceito de Cibernética no Exército Brasileiro, no contexto de Defesa, remete à utilização do ciberespaço, na Internet, para a realização de ataques aos sistemas de defesa e outros essenciais para o Brasil.

No vetor Cibernético, a END prioriza as tecnologias de comunicação entre todos contingentes das Forças Armadas para que atuem em rede. Dessa forma, permitirá a fluidez do Comando e Controle no emprego conjunto, bem como permitirá a rápida verticalização das ordens no campo de batalha (BRASIL, 2008).

Para a concretização destes objetivos, com base na expressão científico-tecnológica do poder nacional e na cooperação internacional que não implique dependência tecnológica ou submissão, devem ser identificadas as áreas do conhecimento tecnológico cuja pesquisa aplicada deve requerer prioridade (ACOCELLA, 2004).

A opinião pública internacional vem minando a imagem do Brasil, bem como frequentemente contestando a capacidade do nosso país de gerir este bem natural. O valor estratégico da Amazônia para a Política de Defesa Nacional do Exército Brasileiro fomentou a elaboração do Plano Básico de Ciência e Tecnologia do Exército Brasileiro, que traduz em ações as diretrizes da END, estabelecendo metas e prazos.

Ao se analisar a fisiografia desta região, com base nas vias e meios de transporte, se verifica a evidente preponderância do meio fluvial sobre os demais. As atividades militares se alinham com este modal prioritário. Assim, a navegação fluvial militar se reveste da maior relevância.

Apesar deste entendimento, o Exército Brasileiro ainda está desenvolvendo conceitos para uma doutrina de emprego da navegação fluvial em atividades militares.

A navegação fluvial realizada pelo Exército Brasileiro, particularmente na Amazônia Ocidental, se reveste da maior importância, pois, como foi exposto, esta atividade é a responsável por aproximadamente quatro em cada cinco toneladas de transporte logístico, realizado pela 12ª Região Militar (CECMA, 2008). Além da logística, a navegação fluvial é a principal responsável pelo transporte de tropa na Amazônia Ocidental, tanto em tempo de paz, quanto em conflito.

Os sistemas de comunicações empregados nas embarcações militares são apoiados em equipamentos de uso civil (CECMA, 2008). Os quais possuem limitadas Medidas de Proteção Eletrônica, tornando vulnerável a segurança das operações militares.

O Comando e Controle deste tipo de atividade necessita ser confiável, pois a embarcação, ou mesmo pequenas frotas, deslocam-se por áreas remotas, com pouca ou nenhuma possibilidade de acompanhamento e apoio.

Isto posto, deve-se buscar um entendimento da vulnerabilidade tecnológica do Sistema Operacional de C² na atividade de navegação fluvial na Amazônia Ocidental, propor formulações conceituais para uma solução viável desta questão, destacando a direção a ser percorrida para atingir o objetivo proposto pela Estratégia Nacional de Defesa para a modernização do Exército Brasileiro.

Fundamentada em pesquisa documental de material acessível ou já coletado, a pesquisa proposta apresentou baixo custo frente aos benefícios que dela podem advir.

1.2.3 Contribuições

A principal contribuição deste trabalho foi a identificação de um paradigma tecnológico que atenda à solução para a vulnerabilidade do Sistema Operacional Comando e Controle na atividade de navegação fluvial militar em ambiente amazônico, bem como às exigências de Guerra Centrada em Rede firmadas pela END de 2008.

Em decorrência, os resultados conceituais desta pesquisa serão aplicáveis como subsídio para o estabelecimento de critérios para o desenvolvimento de tecnologias a serem empregadas no C² da atividade de navegação fluvial na Amazônia.

Além da contribuição científica, estes critérios contribuirão para o desenvolvimento de tecnologias que garantam o emprego seguro das comunicações na navegação fluvial. Conseqüentemente, contribuirão também para o êxito desta fundamental atividade não só no seu emprego operacional no combate regular, mas também no vetor logístico, o qual se reveste de vultosa importância no aspecto psicossocial, pois, na Amazônia, atualmente, é principalmente por meio da embarcação que as famílias que vivem nos pelotões de fronteira recebem os víveres e medicamentos necessários para sua sobrevivência.

1.3 OBJETIVOS

A pesquisa teve a finalidade de identificar um paradigma tecnológico e apresentar considerações operacionais para o emprego das comunicações na atividade de navegação fluvial na Amazônia, dentro da Doutrina de Guerra Centrada em Redes. Desta forma, deve contribuir para o desenvolvimento de condicionantes e requisitos necessários para sua implementação, sustentados pela Estratégia Nacional de Defesa e suas resultantes, como os programas Braço Forte e Amazônia Protegida.

Para se atingir este objetivo principal, este trabalho estabeleceu como meta os seguintes objetivos intermediários:

- Analisar a Estratégia Nacional de Defesa, no tocante às suas diretrizes para o Exército, focando as diretrizes de emprego, condições de comando e controle e o vetor Ciência e Tecnologia (C & T);

- Estudar o Plano Básico de Ciência e Tecnologia do Exército Brasileiro, a fim de expor os objetivos de curto, médio e longo prazo para o Sistema de C² do Exército Brasileiro;

- Estudar condicionantes para o emprego de tecnologias exigidas para o Comando e Controle (C²), com ênfase nas comunicações por meio rádio, utilizadas na atividade militar de navegação fluvial na Amazônia;

- Estudar os conceitos de inovação e paradigma tecnológico, que influenciam diretamente a direção desta pesquisa científica, que determinará as condicionantes para as comunicações da Navegação Fluvial na Amazônia;

- Apresentar as características dos conflitos modernos e a ênfase que deve ser direcionada ao uso da quarta dimensão do campo de batalha – o espectro eletromagnético, utilizado na guerra da informação; e

- Relacionar o conceito de Guerra Centrada em Redes com a conexão de vários níveis de comando, a fim de adaptar-se ao combate moderno e obter a vantagem da informação em todos os domínios de conflito, em particular na Amazônia Ocidental.

1.4 HIPÓTESE

Nesta pesquisa considerou-se como hipótese a inexistência de formulação conceitual de paradigma tecnológico adequado e viável para a segurança da exploração das comunicações na atividade de navegação fluvial na Amazônia.

1.5 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste item abordou-se a literatura que trata do estabelecimento de parâmetros, dentro da área de pesquisa de Ciência e Tecnologia (C&T), para serem utilizados no emprego do Sistema Operacional Comando e Controle, para o emprego na atividade de navegação fluvial militar dentro do ambiente amazônico, no combate regular.

Para operacionalizar esta abordagem, o referencial teórico existente sobre o tema foi tratado dentro de seções, estas divididas por temas abrangentes, como se segue:

1.5.1 A Atual Concepção Estratégica do Estado Brasileiro

Esta parte do referencial teórico foi o ponto de partida para esta pesquisa, pois a concepção de estratégia estabelece os princípios primários para os objetivos a serem trilhados pela Força Terrestre.

Foram estudadas a Constituição Federal de 1988, a Política de Defesa Nacional, a Estratégia Nacional de Defesa e outros textos pertinentes ao objetivo desta pesquisa.

A Política de Defesa Nacional (PDN) de 2005 estabeleceu diretrizes e objetivos para o preparo e emprego da capacitação nacional, os quais são operacionalizados na Estratégia Nacional de Defesa (END), elaborada em 2008 pelo Governo Federal, por meio de uma ação conjunta do Ministério da Defesa e da Secretaria de Assuntos Estratégicos.

1.5.2 O Vetor Ciência e Tecnologia no Exército Brasileiro

Neste tópico foram abordados os documentos que regulam o vetor C&T na Força Terrestre, como o Sistema de Planejamento do Exército (SIPLEx), incluindo o Plano Básico de Ciência e Tecnologia (PBCT) e suas atualizações, bem como

outros assuntos e documentos de instituições vinculados à tecnologia para a Força Terrestre.

No âmbito do Exército Brasileiro, se fez necessário estudar a visão prospectiva da Força estabelecida no SIPLEX, que no vetor C&T criou as fundações para a elaboração do PBCT, de 2006. Este escrito e suas atualizações determinaram as ações a serem tomadas pelo Exército Brasileiro neste vetor, para o período de 2007 a 2010.

Em 2008, foi elaborado o novo SIPLEX, que passou a focar esforços no vetor da Guerra Cibernética e suas implicações para o combate. Este documento será estudado neste trabalho, pois representa a direção que a Força Terrestre deve tomar para o planejamento das suas atividades.

1.5.3 O Sistema Operacional Comando e Controle (C²)

Permeado pelas prioridades da END, o Sistema Operacional Comando e Controle se volta para a redução da carência tecnológica do Exército Brasileiro em relação aos exércitos mais modernos e da dependência bélica do exterior.

No propósito desta pesquisa, foi identificado como prioridade o Sistema Operacional Comando e Controle, em particular as Comunicações rádio, da atividade de navegação fluvial em ambiente amazônico. Este vetor foi selecionado em virtude da sua relevância dentro das precedências estabelecidas na legislação que regula a estratégia, bem como pelo fato de operar na Amazônia, que também se trata de área priorizada pela Defesa Nacional.

No domínio técnico e tático, serão abordados os Manuais de Campanha de Comunicações e Guerra Eletrônica do Exército Brasileiro, bem como levantar o andamento dos projetos andamento nos grupos finalísticos de pesquisa de C² no Exército Brasileiro.

Com estas medidas, foram estabelecidos os princípios que irão conduzir esta pesquisa, no sentido de determinar os parâmetros técnicos e táticos militares para a seleção dos equipamentos de comunicações rádio a serem utilizados na navegação fluvial.

1.5.4 A Guerra Centrada em Redes

Como referencial teórico fundamental, será apresentado o conceito de Guerra Centrada em Redes (GCR), que é o produto final explícito pela Estratégia Nacional de Defesa, quando trata da necessidade de desenvolver instrumentos de comunicações que permitam a operação em rede entre Unidades do Exército, Marinha e Força Aérea (BRASIL, 2008), no vetor de Comando e Controle.

As fontes bibliográficas que baseiam, inicialmente, este trabalho em relação ao conceito de GCR são os artigos de PATTEE (2009) e SALLES (2008); a monografia de MOTA (2009); e os Livros de VICENTE (2007) e ALBERTS (1999), sendo este último o principal referencial conceitual sobre este assunto.

A Guerra Centrada em Redes é uma expressão do atual campo de batalha de 4ª geração, desenvolvida pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América (DoD - USA), e um componente-chave do processo de transformação e modernização das Forças Armadas Norte-Americanas e se baseia nas tecnologias da informação para o compartilhamento e a transmissão de dados e comunicações em rede em todos os meios e direções, possibilitando maior consciência e capacidade de intervenção no campo de batalha.

O objetivo estratégico nacional de estabelecer comunicações integradas entre as Forças Armadas (BRASIL, END, 2008) indica o alinhamento com o conceito de Guerra Centrada em Redes, o que caracteriza a importância deste referencial teórico.

1.5.5 O Ambiente Operacional Amazônico

Esta seção teve por objetivo apresentar as características da Região Amazônica, que influenciam no problema proposto por se tratar do ambiente operacional abordado por esta pesquisa. Para isso, valeu-se de pesquisa documental em Manuais de Campanha, periódicos, teses e dissertações, por exemplo (BRASIL, 1988; DAL BELLO, 1984; e PRADO, 2000), listadas nas referências.

É capital recordar que o planejamento estratégico brasileiro, por meio da END e do Programa Amazônia Protegida, prioriza a Região Amazônica como um dos principais focos de interesse para a defesa, bem como fortalece a importância do

setor estratégico cibernético, estimulando, assim, a pesquisa em C&T voltada para a defesa (BRASIL, 2008).

1.5.6 A Atividade de Navegação Fluvial no Exército Brasileiro

A atividade de navegação fluvial é o pano de fundo desta pesquisa, pois foi por meio da identificação da vulnerabilidade no seu Comando e Controle que se estabeleceu a problemática deste trabalho científico.

O emprego de embarcações militares na Amazônia é um tema carente de referencial teórico, em especial de caráter doutrinário. Entretanto, serão abordadas lições aprendidas pelo Centro de Embarcações do Comando Militar da Amazônia (CECMA), Organização Militar (OM) do Exército Brasileiro responsável pelo estudo, preparo e emprego deste meio de transporte.

A utilização de palestras ministradas, Dados Médios de Planejamento (DAMEPLAN) e documentos escolares da Divisão de Instrução de Embarcações daquela OM servirão de subsídio para referenciar o estudo desta atividade. Foi realizada, ainda, uma pesquisa bibliográfica sobre a doutrina de combate fluvial da Marinha do Brasil e de outros países, bem como de estudos de casos históricos.

1.5.7 O Conceito de Paradigma Tecnológico

O conceito de paradigma tecnológico foi desenvolvido pelo professor e economista italiano Giovanni Dosi, em 1982. Quando se fala de mudança de paradigma tecnológico, refere-se ao conceito encontrado no seu trabalho de 1982. Neste trabalho, Dosi define o que ele entende por tecnologia e paradigma. Para Dosi “... Tecnologia... inclui a percepção de um conjunto limitado de alternativas tecnológicas possíveis e de desenvolvimentos especulativos futuros” (DOSI,1982). A tecnologia é, portanto, segundo Dosi, limitada em si mesma, pois as próprias alternativas em torno dela são limitadas.

Para a definição de paradigma tecnológico, Dosi se utiliza do conceito Kuhniano de paradigma científico, mais amplo que o de tecnologia. Dosi define paradigma tecnológico como “... um modelo e um padrão de soluções de problemas tecnológicos selecionados, baseados em princípios selecionados das ciências naturais e sobre tecnologias materiais selecionadas”. Desta forma, Dosi agrega ao conceito de paradigma tecnológico a possibilidade de agrupar tecnologias distintas,

o que o torna mais abrangente que o conceito de tecnologia anteriormente abordado.

Vinculada ao conceito de paradigma tecnológico, deve ser estabelecida uma trajetória tecnológica. Dosi define trajetória tecnológica como "... o padrão das atividades normais de solução de problemas baseado num paradigma tecnológico". Ou seja, a trajetória tecnológica é a atividade do progresso técnico definida pelo paradigma. Logo, um paradigma tecnológico estabelece a direção do progresso técnico e, ao defini-la, exclui todas as outras.

A atividade de navegação fluvial no âmbito do Exército Brasileiro apresenta, no escopo das comunicações militares, os problemas tecnológicos já elencados. Assim, deve ser estabelecido um paradigma tecnológico que atenda às necessidades do C² para esta atividade.

Este trabalho se utilizará deste conceito de paradigma tecnológico para a determinação das condicionantes necessárias para assegurar o estabelecimento das comunicações para a atividade militar de navegação fluvial na Amazônia, com base nas trajetórias tecnológicas selecionadas.

1.6 METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido com base em pesquisa bibliográfica, documental, de caráter exploratório, compreendendo as seguintes ações:

- Estudo exploratório baseado nos documentos estratégicos e políticos existentes voltados para a C & T no Exército brasileiro;
- Pesquisa qualitativa de tecnologias de comando e controle, por meio da análise de conteúdo;
- Comparação de parâmetros utilizados no C², voltado para as comunicações rádio, com as premissas para emprego no ambiente amazônico, com base nas características técnicas dos materiais, confeccionando fichas técnicas para auxiliar a comparação;
- Estudo doutrinário do emprego dos meios operacionais no ambiente amazônico;

- Estudo conceitual de Revolução nos Assuntos Militares, inovação, paradigma tecnológico e trajetórias tecnológicas
- Estudo conceitual e do emprego recente da Guerra Centrada em Redes; e
- Visitas de estudo em estabelecimentos de ensino e pesquisa vinculados ao tema.

A coleta de material foi realizada por meio de consultas às bibliotecas da Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, da Escola Superior de Guerra, do Instituto Militar de Engenharia e da Escola de Guerra Naval; foram consultadas fontes primárias, noticiários de jornais e revistas especializados, como o periódico Defense News e as revistas Ciência & Tecnologia e Jane's Defence Weekly; dados e relatórios do Ministério da Defesa; manuais técnicos e de campanha do Exército Brasileiro e a rede mundial de computadores. Para esta etapa foi utilizada a pesquisa bibliográfica como instrumento de pesquisa.

1.6.1 Variáveis

VARIÁVEL DEPENDENTE:

- Paradigma Tecnológico

VARIÁVEIS INDEPENDENTES:

- a. Comando e Controle (C²)
- b. Concepção Estratégica Nacional
- c. Guerra Centrada em Redes
- d. Ambiente Operacional Amazônico
- e. Doutrina de Navegação Fluvial Militar
- f. Tecnologias militares
- g. Sistemas de C&T

Para abordar o problema, esta pesquisa foi conduzida, inicialmente, de forma compartimentada, estudando cada variável independente separadamente. Em seguida, foram analisadas as influências destas variáveis sobre a dependente, concluindo sobre a formulação conceitual da primeira.

Neste trabalho, face à metodologia adotada, não se aplicaram universo, amostra ou instrumentos de pesquisa. Portanto, estas ferramentas não foram utilizadas nessa pesquisa.

A CONCEPÇÃO ESTRATÉGICA DO ESTADO BRASILEIRO E SEUS REFLEXOS PARA O VETOR CIÊNCIA E TECNOLOGIA NO EXÉRCITO BRASILEIRO

“A política designa o objeto, enquanto a guerra os meios”.
(C. V. Clausewitz, 1832)

A formulação da atual concepção estratégica brasileira tem suas origens nos fundamentos estabelecidos pela Constituição Federal Brasileira de 1988 que trata, no seu Art. 4º, dos princípios que regem as relações internacionais do Brasil. Desde então, este processo de formulação estratégica vem evoluindo em níveis políticos, operativos e governamentais.

Com a criação do Ministério da Defesa (MD), em 10 de junho de 1999, este setor do governo passou a centralizar a questão da atualização do pensamento estratégico nacional. Este processo se iniciou com a Rodada de Debates sobre Defesa e Segurança, realizada entre 2003 e 2004.

Em 2005, o MD consolidou a Política de Defesa Nacional, que indicava os objetivos estratégicos a serem alcançados pelo Estado Brasileiro que, no fim de 2008, foram operacionalizados pela Estratégia Nacional de Defesa (END), formulada em conjunto com a Secretaria de Assuntos Estratégicos do Governo Brasileiro.

Este capítulo tem por finalidade primária apresentar a evolução da concepção estratégica do Brasil, com foco principal na END, que é o ponto de partida deste trabalho, pois neste documento se estabelecem as atuais prioridades estratégicas do país. Destas se destacam assuntos correlatos a este trabalho e que direcionarão a abordagem de assuntos a serem tratados, como a Estratégia Braço Forte e o Programa Amazônia Protegida. Serão abordadas ainda a conjuntura do combate moderno e a importância da tecnologia para o setor de Defesa vinculado ao Exército Brasileiro, bem como será realizada uma sintética apresentação do parque tecnológico de Defesa, em especial no setor de comunicações, escopo deste tema, assunto que será estudado mais profundamente no andamento deste trabalho.

Em um segundo momento, será conduzida uma análise da trajetória do planejamento tecnológico do Exército Brasileiro, que se desenvolveu paralelamente ao planejamento estratégico do Estado, desde o estudo da base legal do Sistema de Ciência e Tecnologia do Exército (SCTEx) até o ponto no qual estes dois caminhos se alinharam, em função da aprovação da Estratégia Nacional de Defesa e do Plano Básico de Ciência e Tecnologia do Exército Brasileiro, para atingir o

desenvolvimento tecnológico estabelecido pelas diretrizes estratégicas formuladas pelo governo brasileiro.

Após este estudo, serão inferidas as considerações sobre a influência deste processo de pensamento estratégico voltado para o vetor de Ciência e Tecnologia para o Exército Brasileiro e, em particular, para os objetivos deste trabalho.

2.1 A CONSTITUIÇÃO FEDERAL BRASILEIRA DE 1988

Promulgada em 1988, a CF estabeleceu objetivos a serem seguidos, princípios fundamentais e regulamentou o papel constitucional do Exército Brasileiro.

Como fundamentos constitucionais do Estado Brasileiro, é relevante destacar, para entendimento dos princípios adotados para a execução do planejamento estratégico nacional, os fundamentos da Soberania e da dignidade da pessoa humana, elencados no Art. 1º da Constituição.

Como princípios que regem as relações internacionais do Brasil, a CF aborda no seu Art. 4º os seguintes pressupostos:

- I - independência nacional;
- II - prevalência dos direitos humanos;
- III - autodeterminação dos povos;
- IV - não-intervenção;
- V - igualdade entre os Estados;
- VI - defesa da paz;
- VII - solução pacífica dos conflitos;
- VIII - repúdio ao terrorismo e ao racismo;
- IX - cooperação entre os povos para o progresso da humanidade;
- X - concessão de asilo político.

Parágrafo único. A República Federativa do Brasil buscará a integração econômica, política, social e cultural dos povos da América Latina, visando à formação de uma comunidade latino-americana de nações. (BRASIL, CF, 1988).

Da análise destes princípios, conclui-se que o Brasil adota uma postura pacífica e de respeito à pessoa humana e à autodeterminação dos povos. Esta postura foi a base para o desenvolvimento de toda a concepção estratégica nacional

de Defesa⁵. No seu Artigo 21, a CF destaca a competência da União em assegurar a Defesa Nacional e autorizar e fiscalizar a produção e o comércio de material bélico.

No vetor de C,T&I, os Art. 218 e 219 da Constituição Federal estabelecem que:

Art. 218. O Estado promoverá e incentivará o desenvolvimento científico, a pesquisa e a capacitação tecnológicas.

§ 1º - A pesquisa científica básica receberá tratamento prioritário do Estado, tendo em vista o bem público e o progresso das ciências.

§ 2º - A pesquisa tecnológica voltar-se-á preponderantemente para a solução dos problemas brasileiros e para o desenvolvimento do sistema produtivo nacional e regional.

§ 3º - O Estado apoiará a formação de recursos humanos nas áreas de ciência, pesquisa e tecnologia, e concederá aos que delas se ocupem meios e condições especiais de trabalho.

§ 4º - A lei apoiará e estimulará as empresas que invistam em pesquisa, criação de tecnologia adequada ao País, formação e aperfeiçoamento de seus recursos humanos e que pratiquem sistemas de remuneração que assegurem ao empregado, desvinculada do salário, participação nos ganhos econômicos resultantes da produtividade de seu trabalho.

§ 5º - É facultado aos Estados e ao Distrito Federal vincular parcela de sua receita orçamentária a entidades públicas de fomento ao ensino e à pesquisa científica e tecnológica.

Art. 219. O mercado interno integra o patrimônio nacional e será incentivado de modo a viabilizar o desenvolvimento cultural e socioeconômico, o bem-estar da população e a autonomia tecnológica do País, nos termos de lei federal. (BRASIL, 1988).

2.1.1 O Papel Constitucional do Exército Brasileiro

Neste contexto, o Exército Brasileiro tem o seu papel constitucional definido pelo Art. 142, que versa:

Art. 142. As Forças Armadas, constituídas pela Marinha, pelo Exército e pela Aeronáutica, são instituições nacionais permanentes e regulares, organizadas com base na hierarquia e na disciplina, sob a autoridade suprema do Presidente da República, e destinam-se à defesa da Pátria, à garantia dos poderes constitucionais e, por iniciativa de qualquer destes, da lei e da ordem (BRASIL, 1988).

Desta forma, o Estado Brasileiro atribui às Forças Armadas, sob o comando supremo do Presidente da República, a missão de defesa da Pátria. Assim, a Força Terrestre tem como papel primordial a defesa externa no âmbito interestatal constitucionalmente definido na Carta Magna Brasileira, bem como a missão de promover o seu desenvolvimento científico-tecnológico.

⁵ Apesar de não estar explícita no texto, a análise dos pressupostos constitucionais das relações internacionais do Brasil conduz a esta conclusão.

2.1.2 Regulamentações Sobre Estratégia

Na CF de 1988, o Art. 171 pautava que às empresas brasileiras de capital nacional seriam concedidos proteção e benefícios especiais temporários para o desenvolvimento de atividades consideradas estratégicas para a defesa nacional ou consideradas imprescindíveis para o desenvolvimento do país. Entretanto, este Artigo foi revogado pela Emenda Constitucional Nr 6, de 1995.

2.2 O PENSAMENTO BRASILEIRO SOBRE DEFESA E SEGURANÇA

Entre setembro de 2003 e junho de 2004, o Ministério da Defesa (MD), em parceria com o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), realizou um conjunto de oito rodadas de debates dedicados ao pensamento brasileiro sobre defesa e segurança.

Participaram deste evento personalidades do governo e do meio acadêmico de notório saber sobre a conjuntura brasileira. Deste exercício de análise conjuntural em função da defesa nacional, o MD consolidou os documentos resultantes destas discussões em uma obra com quatro volumes, sob o título “Pensamento brasileiro sobre defesa e segurança”. O terceiro volume trata das Forças Armadas e o desenvolvimento científico e tecnológico do País.

Do estudo desta obra levantam-se assuntos relevantes e que comprovam a importância de temas afetos a este trabalho. Este volume contém textos relativos às rodadas sobre “Indústria de Defesa” e “O papel da ciência e tecnologia na defesa da soberania nacional”. Tais assuntos serão abordados a seguir e servirão de base para a formulação, em 2005, da Política Nacional de Defesa.

2.2.1 Indústria de Defesa

Segundo Amarante (2004), há a necessidade de se ampliar, no âmbito militar, as atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). Desta forma, há que se fortalecer as bases científico-tecnológicas nacionais. Este incremento pode ser alcançado por meio do aumento da alocação de recursos humanos e financeiros dedicados à P & D e adquirir material de emprego militar no mercado; estudá-los nos órgãos de C&T das Forças Armadas; e desenvolver novos equipamentos para o País.

Uma justificativa para se dispor recursos para a indústria de defesa é a notória capacidade de aplicação dual de tecnologias militares para o uso civil. “Este é um aspecto essencial, pois a manutenção de estabelecimentos fabris produzindo exclusivamente para a aplicação militar mostrou-se inviável” (AMARANTE, 2004).

Segundo o Ex-Ministro da Defesa Nelson Jobim (2008)⁶, o reposicionamento internacional do País depende de novas posturas, especialmente no setor da Defesa. Para isso, deve-se trazer de volta para a agenda nacional as questões de Defesa, que estão adormecidas desde o término dos governos militares.

O esforço em P&D voltado à defesa nacional possibilita a avaliação precisa das necessidades operacionais do país. Além disso, destacam-se a excelência e o reconhecimento nacional dos centros de pesquisa das Forças Armadas, como o Instituto Militar de Engenharia (IME), o Centro Tecnológico do Exército (CTEx) e o Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA).

2.2.2 O Papel da Ciência e Tecnologia na Defesa da Soberania Nacional

O crescente volume de informações no combate, o desenvolvimento tecnológico em todos os setores e o uso dual de artefatos militares facilitam a interligação do campo militar com outros campos do poder, condicionando a soberania e o desenvolvimento do Brasil à pesquisa em C&T. Segundo Amaral⁷ (2004): “O desenvolvimento em ciência e tecnologia está no centro do desenvolvimento econômico, social e militar e condiciona os conceitos de soberania e defesa”.

A atual conjuntura econômica global abre espaço para o surgimento de novos atores comerciais, científicos e tecnológicos. O Brasil, para se inserir neste grupo de atores, precisa atuar no fortalecimento do vetor C&T. Cabe ressaltar que esta ação possibilitaria, inclusive, o combate às desigualdades sociais, até mesmo mediante a cooperação científico-tecnológica no continente sulamericano.

⁶ no artigo “A Defesa na Agenda Nacional: O Plano Estratégico de Defesa”, de sua autoria, publicado originalmente na Revista Interesse Nacional – Ano 1 – Edição 2 – Julho a Setembro de 2008.

⁷ O Professor Roberto Amaral é Cientista político, professor da PUC-Rio e ex-Ministro de Estado da Ciência e Tecnologia. Esta citação foi retirada do seu artigo “O Papel da C&T na Defesa da Soberania Nacional”, publicado na compilação “As Forças Armadas e o Desenvolvimento Tecnológico do País”, do Ministério da Defesa, em 2004.

Segundo Amaral (2004), a soberania é um conceito multidisciplinar, que compreende uma visão política e cultural e reflete a exata medida do desenvolvimento científico-tecnológico-industrial das nações.

Este autor defende a ideia que Ciência e Tecnologia se desenvolvem em casa. Apesar das dificuldades que vem enfrentando no desenvolvimento tecnológico, o Brasil dispõe de notável base científica, bem como organismos como o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), com relevante papel na formação de pesquisadores.

E porque investir nas Forças Armadas, já que o Brasil tem tanta desigualdade social? A resposta é evidente quando se observa os países desenvolvidos socialmente e se constata a estreita relação deste avanço com o seu desenvolvimento em C&T.

Assim, a estratégia de C&T para a Força Terrestre deve contemplar o conceito de dualidade para atender não só as necessidades militares, mas também os projetos da sociedade brasileira. Como exemplos da natureza dual, citam-se a implantação da EMBRAER, com os projetos do caça XAVANTE e o sistema PAL-M de TV, desenvolvido pelo IME visando o acompanhamento de operações militares (MD, 2004).

O grande modelo estratégico adotado pelo Brasil é o da dissuasão⁸ de caráter defensivo (SIPLEX, 2008), a partir da efetiva presença internacional, economia forte e Forças Armadas aprestadas. Neste contexto, o foco prioritário levantado para esta estratégia é a Amazônia brasileira. Desta forma, o Exército Brasileiro iniciou o Programa Ciência e Tecnologia para Defesa e Desenvolvimento da Amazônia – o CT AMAZÔNIA. Este programa foi financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e contou com o suporte do IME, por meio dos seus pesquisadores, alunos e professores, que passaram a estudar a complexidade desta região na tentativa de buscar soluções tecnológicas para os problemas da Amazônia (CARDOSO⁹, 2009).

⁸ Dissuasão, por definição é atitude estratégica que, por intermédio de meios de qualquer natureza, inclusive militares, tem por finalidade desaconselhar ou desviar adversários, reais ou potenciais, de possíveis ou presumíveis propósitos bélicos (ME320-5 - VOCABULÁRIO DA ECEME, 2002).

⁹ O general Alberto Mendes Cardoso é ex-ministro do governo FHC e especialista em estratégia militar.

É relevante para este trabalho citar que, dentro do escopo do CT AMAZÔNIA, foram estipulados treze projetos de pesquisa, dentre os quais se destacam para este estudo o Projeto de Tecnologia Inteligente de Supervisão e Controle em Operações Fluviais na Amazônia e o Projeto de Sinais Radioelétricos na Floresta Amazônica. Estes projetos, que serão abordados mais profundamente em capítulo específico deste trabalho, não só passaram a abordar esta região com um olhar clínico por parte do governo brasileiro, bem como permitiram identificar vulnerabilidades e deficiências que possibilitaram determinar diretrizes para o processo de elaboração da Política de Defesa Nacional.

2.3 A POLÍTICA DE DEFESA NACIONAL

O governo brasileiro, em especial o Ministério da Defesa, passou a trabalhar na formulação de uma Política de Defesa Nacional (PDN) que atendesse às necessidades do país, muitas das quais levantadas nas rodadas de debates do Pensamento Brasileiro Sobre Defesa e Segurança, a pouco mencionada.

A PDN foi aprovada, conforme previsto pela CF, no Par. 1º do Art. 91 (BRASIL, Constituição, 1988), pelo Decreto Nº 5.484, do Presidente da República, de 30 de junho de 2005. É um documento voltado para ameaças externas e condiciona o mais alto nível de planejamento estratégico, bem como estabelece objetivos e diretrizes para o preparo e emprego da capacitação nacional (PDN, 2005). Suas ações são coordenadas pelo Ministério da Defesa.

A PDN é composta de duas partes distintas: uma política e outra estratégica. A política aborda conceitos importantes e os objetivos de defesa. A estratégica trata de orientações e diretrizes.

Pode-se perguntar: porque pensar em defesa? O Brasil não é um país pacífico? No próprio texto da PDN há uma passagem que motiva sua existência:

Após um longo período sem que o Brasil participe de conflitos que afetem diretamente o território nacional, a percepção das ameaças está desvanecida para muitos brasileiros. Porém, é **imprudente imaginar que um país com o potencial do Brasil não tenha disputas ou antagonismos ao buscar alcançar seus legítimos interesses**. Um dos propósitos da Política de Defesa Nacional é conscientizar todos os segmentos da sociedade brasileira de que a defesa da Nação é um dever de todos os brasileiros (GRIFO NOSSO) (PDN, 2005).

E qual é o papel das Forças Armadas neste contexto? Dentro do conceito de segurança, a defesa externa permanece como missão primordial das Forças Armadas no âmbito interestatal (PDN, 2005). A Defesa Nacional contra ameaças externas tem sua ênfase na expressão militar do poder.

A PDN discorre sobre conceitos e diretrizes essenciais para o entendimento da relevância deste trabalho.

O Brasil está inserido no ambiente regional da América do Sul. Atualmente, existem tensões no nosso entorno estratégico, como a questão das bases norte-americanas na Colômbia, que geraram reações do governo venezuelano. O Brasil desenvolveu processos que contribuem para reduzir a possibilidade de conflitos no subcontinente sulamericano. Destaca-se, como relevante para este trabalho, a Organização do Tratado de Cooperação Amazônica (OTCA), pois se trata de um acordo multilateral no âmbito da América do Sul com o objetivo de preservar o Bioma amazônico. Assim, por envolver os países limítrofes do Brasil, se constata a importância do entorno estratégico do Brasil, particularmente no entorno da região amazônica.

Para fazer uma análise coerente e entender o que motivou a elaboração da Política de Defesa Nacional, deve-se entender a conjuntura da época em que ela foi formulada.

De 2001 a 2005, o mundo se deparou com a quebra de paradigmas em relação ao conceito de segurança e soberania. O ataque terrorista aos Estados Unidos da América em 11 de setembro de 2001 foi um marco que evidenciou a instabilidade da soberania de uma potência ante uma ameaça assimétrica.

Para o Brasil, houve uma reflexão sobre a instabilidade geopolítica da América do Sul, da qual se concluiu por afetar a segurança deste país (PDN, 2005). Este foi um fator preponderante na decisão de se formular uma política de defesa atual e coerente com a nova ordem mundial.

O planejamento da Defesa priorizou a Amazônia e o Atlântico Sul, face suas riquezas naturais e o acesso pela fronteira. O estudo realizado para a elaboração da PDN concluiu sobre o potencial mineral e de biodiversidade da região amazônica e seu foco de atenção internacional. Cabe destacar a citação sobre a precariedade dos sistemas de transporte da região, condicionado ao uso das hidrovias.

A Política de Defesa Nacional em vigor tem uma vertente preventiva e valoriza a ação diplomática como instrumento primeiro de solução de conflitos e no

caráter dissuasório do vetor militar. Ampara-se em pressupostos básicos, como a perfeita definição das fronteiras e limites brasileiros.

Cabe ressaltar que a PDN traz orientações que balizaram a confecção da Estratégia Nacional de Defesa (END) em 2008. O objetivo da END é operacionalizar as orientações existentes da PDN.

Destacam-se como orientações relevantes a este trabalho o estreito relacionamento do Brasil com seus países vizinhos, o reconhecimento de suas fronteiras e limites perfeitamente definidos, a interoperabilidade das Forças Armadas e o fortalecimento do poder militar da Amazônia.

Estas orientações direcionaram os estudos para a elaboração da Estratégia Nacional de Defesa, por meios das diretrizes de pesquisa, apresentadas a seguir.

2.3.1 Diretrizes da PDN para a realização de pesquisas

A PDN estabeleceu diretrizes estratégicas de pesquisa, que balizaram a elaboração da END, das quais se destacam, por serem relevantes a este trabalho, as seguintes:

- ...
- III - aperfeiçoar a capacidade de comando e controle e do sistema de inteligência dos órgãos envolvidos na Defesa Nacional;
- IV - incrementar a interoperabilidade entre as Forças Armadas, ampliando o emprego combinado;
- V - aprimorar a vigilância, o controle e a defesa das fronteiras, das águas jurisdicionais e do espaço aéreo do Brasil;
- VI - aumentar a presença militar nas áreas estratégicas do Atlântico Sul e da Amazônia brasileira;
- ...
- XIII - fortalecer a infraestrutura de valor estratégico para a Defesa Nacional, prioritariamente a de transporte, energia e comunicações;
- ...
- XV - implementar ações para desenvolver e integrar a região amazônica, com apoio da sociedade, visando, em especial, ao desenvolvimento e à vivificação da faixa de fronteira;(PDN, 2005).

Cabe ressaltar que estas diretrizes influenciaram decisivamente para o desenvolvimento da Estratégia Nacional de Defesa (END), que foi aprovada e publicada em 2008, com a operacionalização das diretrizes da PDN, e cujo estudo será objeto do tópico seguinte.

2.4 A ESTRATÉGIA NACIONAL DE DEFESA

A Estratégia Nacional de Defesa é um plano desenvolvido em conjunto por um Comitê Ministerial presidido pelo Ministro da Defesa, coordenado pelo Secretário de Assuntos Estratégicos e integrado pelos Ministros do Planejamento, Orçamento e Gestão, da Fazenda e de Ciência e Tecnologia, assistidos pelos Comandantes das Forças Armadas.

Este plano se foca em ações estratégicas de médio e longo prazos e objetiva modernizar a estrutura nacional de defesa (END, 2008). Para formular estas ações, foram selecionados três setores decisivos para a defesa nacional: o cibernético, o espacial e o nuclear. Este trabalho abordará especialmente as diretrizes do setor cibernético que se aplicam ao tema em pauta.

Em consonância com a PDN, de 2005, a END ressalta a necessidade do preparo do Brasil para defender-se não somente das agressões, bem como das ameaças (BRASIL, 2008). Assim, as autoridades responsáveis pela formulação da END buscaram a operacionalização das diretrizes da PDN por meio de ações concretas.

A Estratégia Nacional de Defesa vincula o desenvolvimento do país com seu preparo para defesa. Desta forma, há uma estreita ligação da END com a estratégia de desenvolvimento. Em um patamar mais profundo, trata da relação das Forças Armadas com a política de independência nacional, a qual "...Trata de questões políticas e institucionais decisivas para a defesa do País, como os objetivos da sua 'grande estratégia' e os meios para fazer com que a Nação participe da defesa." (BRASIL, 2008. p.28).

A END se organiza em torno de três eixos estruturantes, dos quais se destaca, para a abordagem neste trabalho, o eixo que se refere à reorganização da indústria nacional de defesa, para que esta atenda às necessidades de reequipamento das Forças Armadas.

2.4.1 Diretrizes da END

A Estratégia Nacional de Defesa se pauta em diretrizes, das quais se podem destacar algumas que são fundamentais para se estabelecer a relevância deste trabalho, bem como traçar possíveis caminhos a serem percorridos a fim de se buscar a solução para os problemas propostos neste tema.

Das diretrizes relevantes, se destacam as a necessidade da atuação em rede¹⁰ entre as três Forças Armadas:

[...]

Os setores espacial e cibernético permitirão, em conjunto, que a capacidade de visualizar o próprio país não dependa de tecnologia estrangeira e que **as três Forças**, em conjunto, **possam atuar em rede**, instruídas por monitoramento que se faça também a partir do espaço. (BRASIL, 2008, p. 5, grifo nosso).

É importante ressaltar também a diretriz que determina o adensamento das unidades do Exército nas fronteiras, em especial na Região Amazônica.

A prioridade da END destinada à região amazônica é contundente, à medida que a Amazônia representa um dos focos de maior interesse para a defesa, já que constitui umas das maiores reservas naturais do planeta.

O desenvolvimento de sistemas de Comando e Controle também faz parte das diretrizes de defesa, mais uma vez enfatizando a necessidade da comunicação em redes, como estabelecido na END:

[...] cada combatente deve contar com **meios e habilitações para atuar em rede**, não só com outros combatentes e contingentes de sua própria Força, mas também com combatentes e contingentes das outras Forças. As **tecnologias de comunicações**, inclusive com os veículos que monitorem a superfície da terra e do mar a partir do espaço, devem ser encaradas como **instrumentos potencializadores** de iniciativas de defesa e de combate. (BRASIL, 2008, p. 8, grifo nosso).

Estabelecidas as diretrizes, a END aborda as tarefas para cada Força Armada. A seguir serão apresentados os imperativos para o Exército Brasileiro estabelecidos na Estratégia Nacional de Defesa.

2.4.2 Imperativos para o Exército Brasileiro

A principal orientação da END para o Exército Brasileiro é o conceito estratégico da flexibilidade:

Flexibilidade é a capacidade de empregar forças militares com o mínimo de rigidez pré-estabelecida e com o máximo de adaptabilidade à circunstância de emprego da força. Na paz, significa a versatilidade com que se substitui a presença - ou a onipresença - pela capacidade de se fazer presente (mobilidade) à luz da informação (monitoramento/ controle). (BRASIL, 2008. p. 15).

¹⁰ Este conceito remete à Guerra Centrada em Redes, que é o pano de fundo do contexto deste trabalho e será abordada em capítulo específico.

Este conceito remete à necessidade de tecnologia para a defesa e de, principalmente, um Comando e Controle (C²) eficiente. Assim, para que se atendam estas necessidades, a própria END estabelece elementos necessários, como instrumentos de comunicações e de monitoramento que permitam às tropas operarem em rede com outras Unidades de qualquer Força Armada.

O preparo para a defesa da Amazônia também é elencado como objetivo para a Força terrestre, em função da incondicional soberania brasileira nesta região, apesar de supostos interesses da Humanidade.

Portanto, mais uma vez se aborda o conceito de Guerra Centrada em Redes e a importância destinada à Região Amazônica, abordagens que serão fundamentais no entendimento deste trabalho.

Dos setores estratégicos priorizados como essenciais pela END, o setor cibernético merece destaque neste trabalho, pois a capacitação cibernética deve, de acordo com a END, atender às necessidades de tecnologias de comunicações entre todos os contingentes das Forças Armadas.

O fortalecimento da Indústria Nacional de Defesa também é um objetivo a ser atingido pela END, quanto ao setor cibernético. Para que seja possível este fortalecimento, a END estabelece medidas de regime tributário que, se tomadas, protegerão a indústria de defesa e, desta forma, estimularão seu desenvolvimento.

A capacitação tecnológica independente fortalece a defesa de uma nação e é, por si só, um vetor de dissuasão contra interesses externos. Isto posto, cabe ao Ministério da Defesa, em coordenação com os demais ministérios, alocar recursos no sentido de fomentar o desenvolvimento de equipamentos, dentre os quais se destacam, para esta pesquisa, sistemas de Comando e Controle e de Segurança das Informações. (BRASIL, 2008).

Com base no eixo estruturante de fortalecimento das Forças Armadas, concebido pela Estratégia Nacional de Defesa, o Exército Brasileiro elaborou a Estratégia Braço Forte. Este documento contempla uma série de ações, sedimentadas em projetos, a fim de operacionalizar o planejamento de articulação e equipamento da Força Terrestre.

Esta estratégia foi concebida com base na END, no Sistema de Planejamento do Exército (SIPLEX) e nas diretrizes do Comando do Exército. Sua concepção se apoia em dois pressupostos básicos: na dissuasão e no preparo.

Quanto ao aspecto da dissuasão, o Exército tem o objetivo de exercer sua capacidade dissuasória no entorno regional e, a longo prazo, ampliar esta capacidade de dissuasão e projeção.

Já no que se refere ao preparo, a Estratégia Braço Forte se foca na trajetória que o Exército deve seguir para que, até 2030, tenha capacidade de atender aos aspectos de monitoramento/controle, mobilidade e presença.

As principais medidas de largo alcance a serem implementadas são o reequipamento da Força e alterações na sua articulação no território brasileiro. Estas ações foram priorizadas no tempo, de modo que nos curto e médio prazos serão precedidas as ações de reequipamento e, em seguida, as de articulação (Figura 1).

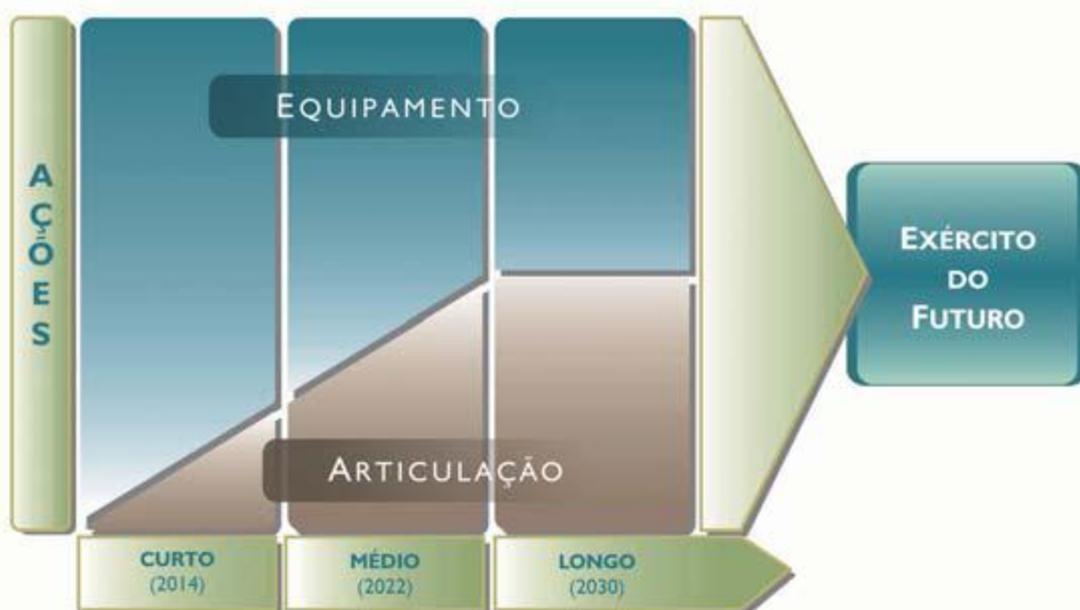


Figura 1 - Parâmetros gerais de planejamento do Exército Brasileiro
Fonte: Estratégia Braço Forte, 2009.

O plano de equipamento vem ao encontro da necessidade inadiável de recompletamento (BRASIL, EME, ESTRATÉGIA BRAÇO FORTE, 2009) do equipamento da Força. Este plano visa proporcionar condições ao preparo da tropa, bem como estimular a liderança e o entusiasmo pela profissão militar.

O plano de articulação tem a finalidade de corrigir distorções na distribuição do efetivo da Força Terrestre pelo território nacional. Para isso, foi atribuída a prioridade para o aumento da presença do Exército Brasileiro na Região Amazônica. Esta necessidade foi materializada pela formulação do Programa Amazônia Protegida.

O Programa Amazônia Protegida está diretamente ligado ao Plano de Articulação da Força Terrestre. Seu principal objetivo é o fortalecimento da presença militar na Amazônia.

Este objetivo está apoiado em três ações principais: a instalação de novos Pelotões Especiais de Fronteira (PEF), bem como a manutenção dos já existentes; a complementação da estrutura operacional e logística do Comando Militar da Amazônia (CMA); e o aumento da capacidade de monitoramento das fronteiras.

O Programa Amazônia Protegida foi elaborado para ser implantado em duas fases. A primeira se refere à implantação de 28 (vinte e oito) novos Pelotões Especiais de Fronteira e à modernização dos 21 já existentes.

Este programa também contempla uma vertente tecnológica, já que visa o desenvolvimento de equipamentos de emprego militar de fabricação nacional, voltados principalmente para o comando e controle, monitoramento e vigilância. Assim, este programa atende às diretrizes da END e releva como importante personagem em um cenário futuro, particularmente, o emprego das comunicações na navegação militar em ambiente amazônico.

2.5 O VETOR CIÊNCIA E TECNOLOGIA NO EXÉRCITO BRASILEIRO

A atual conjuntura mundial pós guerra fria foi reordenada e o foco de tensões do eixo Leste-Oeste reduziu-se. Entretanto, esta nova ordem mundial fez aflorar conflitos étnicos, religiosos e econômicos, os quais estavam adormecidos pelo mundo bipolar. Assim, o foco dos conflitos tomou múltiplas direções, de modo que, em qualquer país do globo, pode emergir, a qualquer momento, um confronto interno ou regional.

Neste contexto, o Brasil, como potencial liderança do subcontinente sulamericano, torna-se alvo de interesses internacionais e de organizações supranacionais poderosas o suficiente para provocar intervenções no país.

Novos conceitos como a soberania relativa, acendem a luz de alerta para o Brasil quanto o controle da região amazônica, detentora de riquezas naturais. O aumento da presença de Organizações Não Governamentais (ONG), em especial no território amazônico, criam focos de tensão ao se contrapor às decisões governamentais.

A permeabilidade da fronteira amazônica e o empecilho que a floresta impõe sobre a ocupação desta região são fatores que dificultam o controle do território amazônico por parte do Exército Brasileiro. A escassa malha rodoviária na Amazônia acaba por ser compensada pela grande capilaridade de vias fluviais.

A navegação fluvial se mostra, portanto, como elemento preponderante para o controle do território amazônico, particularmente suas fronteiras. Entretanto, o atual aporte tecnológico voltado para o Comando e Controle da navegação fluvial do Exército Brasileiro não é o mais adequado para este objetivo, pois se apoia em equipamentos de uso civil¹¹, os quais, como já foi dito, são tecnologicamente inadequados ao emprego militar.

O Exército Brasileiro, antecipando-se às diretrizes da END, elaborou, em 2008, o Sistema de Planejamento do Exército (SIPLEx). O SIPLEx é um trabalho prospectivo que, com base nas missões constitucionais do Exército Brasileiro, define ações a realizar, nos campos do preparo e emprego, para que a Força Terrestre se adeque a presente conjuntura mundial¹².

As diretrizes levantadas pelo SIPLEx, especialmente no vetor de C&T, foram operacionalizadas pelo Plano Básico de Ciência e Tecnologia (PBCT). Este documento fixa ações a serem realizadas no período de 2007 / 2010 que visam atender às necessidades impostas pelo SIPLEx.

2.6 A C&T NO COMBATE MODERNO

O preparo para a guerra sempre foi uma fonte de desenvolvimento tecnológico. O incremento da informática, novos meios de comunicação e outros processos científicos trouxeram avançadas tecnologias para o combate moderno.

A história mostra que diversos avanços tecnológicos originalmente desenvolvidos para o emprego militar tiveram largo emprego em atividades civis,

¹¹O atual equipamento de comunicação utilizado para a atividade de Navegação Fluvial militar do Exército Brasileiro é o rádio YAESU SYSTEM 600. Suas características técnicas serão abordadas em um capítulo posterior deste trabalho.

¹²No Tomo I do SIPLEx, há um estudo das vocações e tradições do Exército Brasileiro, bem como do quadro político-estratégico da conjuntura atual nos seus diversos níveis, desde o mundial, ao nacional, destacando o papel da Defesa nestes contextos.

tendo muitos deles grande impacto na sociedade. Pode-se dar como exemplos a utilização de microondas, a telefonia celular e a captação de energia solar. Esta capacidade de emprego dual é um importante atrativo para a indústria de defesa.

Observa-se, portanto, que estas inovações tecnológicas forjaram não só o desenvolvimento da indústria de defesa, mas principalmente o modo de combater. Novas doutrinas são cada vez mais sustentadas nas recentes tecnologias de emprego militar.

O advento da Revolução dos Assuntos Militares (RAM) promoveu a aceleração do processo de pesquisa, desenvolvimento e inovação das doutrinas, tecnologias e materiais relacionados com a Defesa, em particular do Exército dos Estados Unidos da América. Este processo será explorado juntamente com o conceito de Paradigma Tecnológico, em capítulo posterior deste trabalho.

A evolução do desenvolvimento tecnológico segue uma curva em progressão geométrica (Figura 2), onde os prazos entre as inovações incrementais ou de ruptura¹³ se reduzem exponencialmente. Esta evolução acelerada traz reflexos para o combate moderno, à medida que o hiato tecnológico entre os países mais desenvolvidos e os mais pobres reflete nos conflitos que os envolvem, levando-os, assim, a uma assimetria no combate.

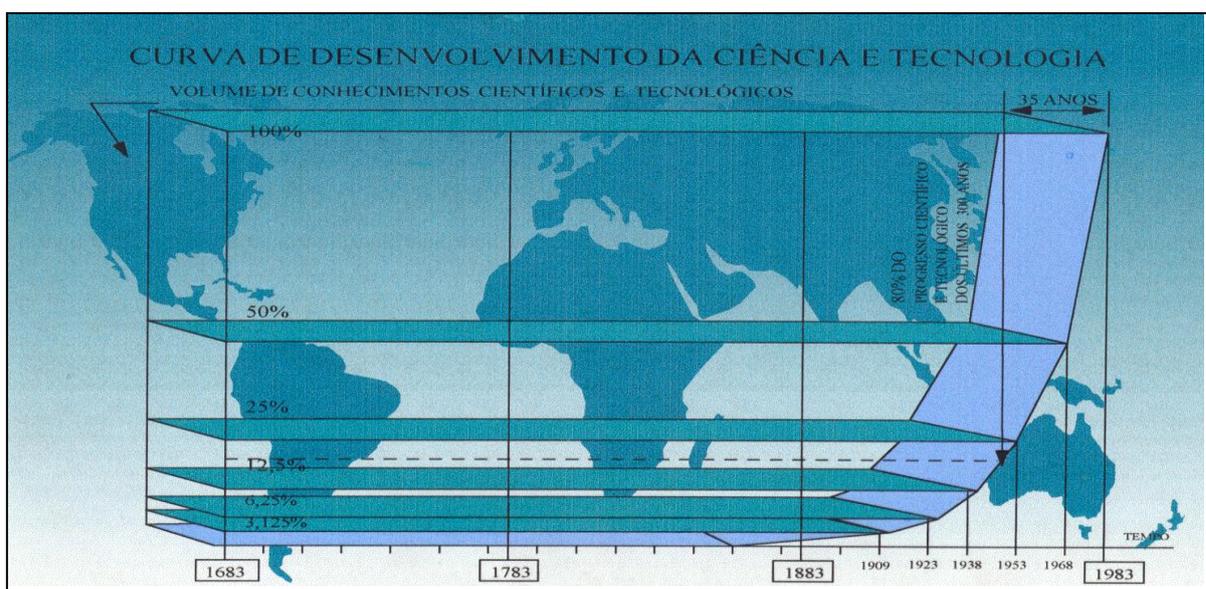


Figura 2 - Curva de desenvolvimento da C&T
Fonte: SistCID, MD, 2003

¹³ As inovações incrementais são aquelas que melhoram os produtos sem alterá-los substancialmente em sua essência (como nos fuzis, aviões, etc.); já as inovações chamadas de ruptura são as que representam um salto tecnológico, alterando radicalmente as características dos setores produtivos nos quais são utilizadas (por exemplo: transistor, laser, plástico, etc.).

2.6.1 As Guerras do Futuro

Abordar o futuro é um exercício de prospecção impreciso. Entretanto, ao passo que o avanço tecnológico é acompanhado pela velocidade da informação proporcionada pelo fenômeno da globalização, a análise do *status quo* mundial conduz a possíveis cenários, particularmente quanto ao emprego militar.

Atualmente, observa-se que o princípio da dissuasão se baseia, principalmente, em superioridade tecnológica. A era da informação, como é chamado este período do desenvolvimento humano, traz avanços bélicos que condicionam as estratégias e táticas. O Comando e Controle em rede e a munição guiada a laser são exemplos de avanços proporcionados pela Era da Informação (FERREIRA, 2004).

O atual concerto das nações apresenta mudanças sociais profundas, geradas pela crescente força de novos atores, como o narcotráfico e o terrorismo, que têm suas bases em países considerados mais “pobres”. Entretanto, os grandes consumidores são os países “ricos”. Este fato cria uma potencial crise entre estes países (AMARANTE, 2004).

Existem outros fatores relevantes para a instabilidade mundial, como a questão da preservação ambiental e da posse de recursos estratégicos, como é o caso da Amazônia Brasileira. Este bioma¹⁴, que ocupa mais de 50% do território nacional, é foco de tensão e interesses estrangeiros. Para o Brasil, a defesa da soberania na Amazônia é questão fundamental, a qual será explorada neste trabalho.

Ao estudar os conflitos mais recentes, como os do Iraque e Afeganistão, observa-se que o combate tem sido cada vez menos convencional, em função da lacuna tecnológica e econômica entre os contendores e do surgimento dos novos atores não estatais, o combate tem tomado um viés assimétrico.

A assimetria do combate vem se revelando como a principal característica do combate moderno. A rapidez da informação faz com que a guerra assimétrica domine na atualidade tanto a atenção militar quanto a pública, devido a sua irrupção no dia-a-dia mundial, mesmo não se tratando de um conceito novo (BERMÚDEZ, 2008).

¹⁴ Biomas são as grandes formações vegetais encontradas nos diferentes continentes e devidas principalmente aos fatores climáticos (temperatura e umidade) relacionados à latitude (BIBLIOTECA VIRTUAL DO AMAZONAS, 2009).

Mas o que é Guerra Assimétrica? Existem diversos conceitos formulados pelo assunto que esclarecem sua origem e explicam sua finalidade. Apesar de não se tratar de uma ideia nova, pois desde Sun Tzu se fala em combate indireto, que é, na sua essência, a guerra assimétrica; a evolução tecnológica elevou a ideia de guerra assimétrica a outro patamar. Atualmente, o combate assimétrico está intimamente relacionado ao hiato tecnológico existente entre as forças contendoras. Isto fica evidente nos mais recentes conceitos existentes sobre o assunto. Para perfeito entendimento, destacam-se os seguintes:

[...] A guerra assimétrica é empregada, genericamente, por aquele que se encontra muito inferiorizado em meios de combate, em relação aos de seu oponente. A assimetria se refere ao **desbalanceamento extremo de forças**. Para o mais forte, a guerra assimétrica é traduzida como forma ilegítima de violência, especialmente quando voltada a danos civis. Para o mais fraco, é uma forma de combate. Os atos terroristas, os ataques aos sistemas informatizados e a sabotagem são algumas formas de guerra assimétrica (MARINHA DO BRASIL, 2004, grifo nosso).

[...]É um conjunto de práticas operacionais que têm por objeto **negar as vantagens e explorar as vulnerabilidades** (da parte mais forte), antes que procurar confrontos diretos. Os conceitos e movimentos assimétricos procuram usar o meio ambiente físico e as capacidades militares em formas que são atípicas e provavelmente não antecipadas por estruturas militares bem estabelecidas, tomando-as, portanto, desbalanceadas e não preparadas (MCKENZIE JR., 2008, grifo nosso).

Constata-se, portanto, que o combate assimétrico define, atualmente, o próprio combate moderno. O Brasil, como foco de liderança regional e por ser possuidor de importantes reservas ambientais e recursos naturais, em especial na Amazônia, tem elencado medidas e diretrizes para preservar seu território e garantir sua soberania. A PDN, a END, o SIPLEX, o PBCT e a Estratégia Braço Forte são planejamentos prospectivos voltados para a defesa da soberania e riquezas brasileiras.

2.6.2 Os Setores Tecnológicos de Defesa

Após o prospectivo exercício anterior, deve-se perguntar, já que supomos como deve ser o futuro do combate, qual é a importância das inovações tecnológicas para o setor da Defesa?

Pode-se responder esta questão de várias formas. Primeiro, uma verdade: contra uma arma desconhecida não há defesa. Assim foi com o submarino e a bomba nuclear. A rapidez das informações e do fluxo de conhecimento dos dias de hoje não pode permitir que uma nação com um parque de pesquisa e pessoal

qualificado como o Brasil seja surpreendida na tecnologia de defesa, ou, pelo menos, sem que tenha condições de desenvolver uma rápida resposta a uma nova ameaça.

Outras questões justificam a tecnologia para a Defesa: o fator surpresa, a dissuasão, a atualização de doutrinas táticas e estratégicas e a possibilidade de uso dual da tecnologia pesquisada, que é um grande incentivo para a indústria nacional.

Em novembro de 2004, o MD elaborou a “Política de Ciência, Tecnologia e Inovação para a Defesa Nacional”, um documento normativo para estimular o fortalecimento da sinergia entre o MD e o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), bem como criar conexões com outros Ministérios (OLIVEIRA, 2005).

Neste documento, o Ministério da Defesa dividiu os processos de pesquisa e desenvolvimento em áreas estratégicas delimitadas por três eixos denominados por tecnologias de interesse nacional: o Eixo da Defesa, o Eixo da Ciência & Tecnologia e o Eixo da Indústria. Suas atividades são:

Eixo da Defesa - contempla as especificações e os requisitos militares da Defesa Nacional a serem satisfeitos por Sistemas de Armas. Relaciona-se primordialmente às Expressões Política e Militar do Poder Nacional.

Eixo da Ciência e Tecnologia - contempla as Áreas Tecnológicas Estratégicas necessárias para atender às especificações e aos requisitos definidos para os Sistemas da Defesa Nacional. Relaciona-se primordialmente à Expressão Científica e Tecnológica do Poder Nacional.

Eixo da Indústria - contempla as capacidades inovadoras e características industriais próprias para satisfação das especificações e dos requisitos estabelecidos para os Sistemas da Defesa Nacional. Relaciona-se primordialmente às Expressões Econômica e Psicossocial do Poder Nacional (BRASIL, 2009).

Definidos os eixos de atividades voltadas para a tecnologia de defesa, o MD determinou as tecnologias de interesse nacional. São elas:

1. Fusão de Dados;
2. Microeletrônica;
3. **Sistemas de Informação;**
4. Radares de Alta Sensibilidade;
5. **Ambiente de Sistemas de Armas;**
6. Materiais de Alta Densidade Energética;
7. Hipervelocidade;
8. Potência Pulsada;
9. Navegação Automática de Precisão;
10. Materiais Compostos;
11. Dinâmica dos Fluidos Computacional - CFD;
12. **Sensores Ativos e Passivos;**
13. Fotônica;
14. Inteligência de Máquinas e Robótica;
15. Controle de Assinaturas;
16. Reatores Nucleares;

17. Sistemas Espaciais;
 18. Propulsão com Ar Aspirado;
 19. Materiais e Processos em Biotecnologia;
 20. Defesa Química, Biológica e Nuclear (QBN);
 21. Integração de Sistemas;
 22. Supercondutividade;
 23. Fontes Renováveis de Energia.
- (BRASIL, MD, Concepção Estratégica do Sistema de C,T&I de Interesse da Defesa Nacional. Brasília, 2003, p. 36 a 40, grifo nosso).

A identificação destas áreas de interesse foi pautada por fatores considerados relevantes pelo Ministério da Defesa, como o alinhamento destas tecnologias com a doutrina de emprego e a PDN; os interesses comuns entre as Forças Armadas e o impacto econômico, comercial e industrial das áreas identificadas (BRASIL, 2006).

Assim, percebe-se que o MD buscou a sinergia entre as necessidades do Estado Brasileiro quanto à tecnologia de Defesa e as possibilidades de se viabilizar os projetos visionados.

2.7 A ORGANIZAÇÃO DO SISTEMA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO EXÉRCITO BRASILEIRO

O Sistema de Ciência e Tecnologia do Exército Brasileiro (SCTEx), foi organizado em 1994 por meio da Portaria Ministerial Nr 270, de 13 de Junho, que aprovou as Instruções Gerais para o Funcionamento do Sistema de Ciência e Tecnologia do Exército (IG 20 – 11).

O objetivo do SCTEx é “planejar, executar, controlar e aperfeiçoar os macroprocessos do Sistema de Ciência e Tecnologia, seus programas e projetos, e contribuir para o fomento da Indústria Nacional de Defesa.” (BRASIL, EME, PBCT, p. 9).

Como ramificações deste objetivo, cabe ao SCTEx capacitar recursos humanos para as atividades de C&T, possibilitar o desenvolvimento, pela indústria nacional, do MEM, e sua aquisição, à luz das imposições doutrinárias.

O Departamento de Ciência e Tecnologia é o Órgão Setorial do Exército Brasileiro responsável pela gestão dos macroprocessos do SCTEx. Os quais são executados por suas Organizações Militares Diretamente Subordinadas (OMDS).

O DCT é composto por 08 (oito) OMDS (Figura 3), das quais cinco têm ligação com o assunto tratado neste trabalho, na pesquisa de C&T, são elas:

- O Centro de Avaliação do Exército – CAEx (Rio de Janeiro – RJ);

- O Centro de Comunicações e Guerra Eletrônica do Exército – CComGEx (Brasília-DF);
- O Centro de Desenvolvimento de Sistemas – CDS (Brasília-DF);
- O Centro Tecnológico do Exército – CTEEx (Rio de Janeiro – RJ); e
- O Instituto Militar de Engenharia – IME (Rio de Janeiro – RJ).

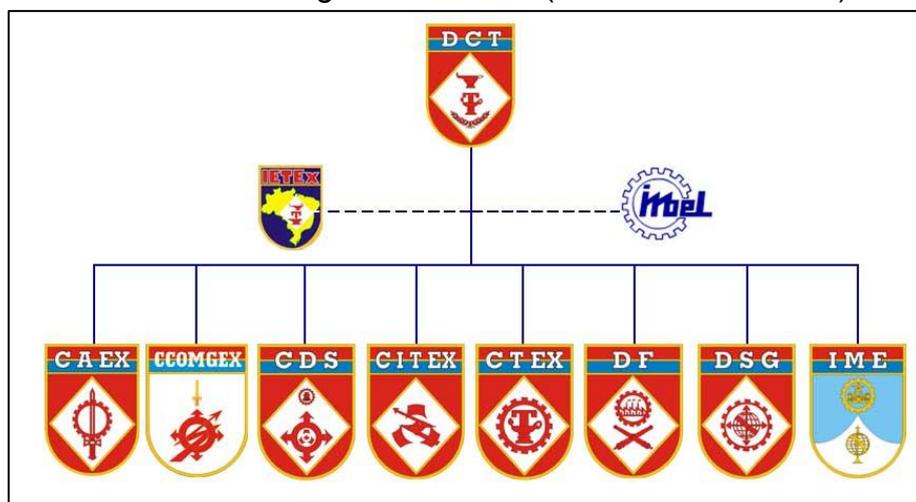


Figura 3 – Organograma do SCTEx.
Fonte: Portal do DCT, 2009.

No que se refere à Doutrina Militar Terrestre, o EME é o Órgão Setorial responsável pelo levantamento das necessidades e formulação conceitual dos MEM do Exército. Nesta fase se procuram identificar as necessidades¹⁵ em termos de MEM, as quais têm estreita ligação com o conceito de Paradigma Tecnológico que, identificado, irá atendê-las.

No campo do Comando e Controle o PBCT estabeleceu para o Grupo Finalístico de C² a seguinte meta:

Realizar a pesquisa científica, o desenvolvimento experimental, o assessoramento científico tecnológico e a aplicação do conhecimento e das tecnologias dominadas em prol da modernização e do aprimoramento contínuo das atividades de Comando e Controle do Exército. (BRASIL, EME, PBCT, p. 25).

2.8 A ATUAL INDÚSTRIA NACIONAL DE C&T PARA A DEFESA

O desenvolvimento tecnológico bélico é, historicamente, ligado ao desenvolvimento das grandes nações. A história mostra fartos exemplos de saltos

¹⁵ Estas necessidades, no campo da ciência e tecnologia, são levantadas, em sua maioria, por meio de experimentações doutrinárias em Organizações Militares da Força Terrestre.

de desenvolvimento nacionais de outros países obtidos por meio de tecnologias de ruptura inicialmente desenvolvidas para o setor bélico.

O Brasil já investiu, em um passado recente, no desenvolvimento de tecnologia para a defesa nacional. Entretanto, com o passar dos anos, a Base Industrial de Defesa¹⁶ (BID) foi reduzida, a partir do término dos governos militares e pela marginalização deste tema na assembleia Constituinte de 1988, para que não pudesse vinculá-la ao regime anterior (JOBIM, 2008).

Atualmente praticamente, a BID se compõe pela IMBEL, como indústria estatal de defesa, e outras, como a Embraer e a Helibras, dentre outras, que atuam simultaneamente no setor privado e de defesa (FILHO, 2008).

A nova conjuntura mundial, marcada pela assimetria do combate e velocidade das informações, fez com que o Brasil recomeçasse a rever a necessidade de reativar sua indústria de defesa.

Em 20 de novembro de 2007, foi assinada a Portaria Ministerial Nr 750, que instituiu a parceria entre o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e o MD, visando viabilizar soluções científico-tecnológicas e inovações que atendessem, simultaneamente, às necessidades da Defesa e ao desenvolvimento nacional.

Esta Portaria tem como premissas estabelecer as bases de cooperação entre estes dois Ministérios, bem como propor, avaliar e acompanhar os projetos e atividades. Uma das preocupações expressas na Portaria Nr 750 é a realização de Seminários de Ciência e Tecnologia de Interesse Nacional. Estes seminários têm por objetivos promover a sinergia, a visibilidade, a cooperação e a transparência entre os órgãos de C&T voltados para a defesa.

O último Seminário de C&T promovido pelos MCT e MD foi realizado em outubro de 2009¹⁷. Como um dos seus resultados, destaca-se a importância destinada ao incentivo à indústria nacional de defesa, com a prioridade de pesquisa de tecnologias de uso dual e aporte financeiro por meio do MCT, a fim de estimular o parque industrial voltado para a defesa.

¹⁶ Base Nacional de Defesa (BID) é o conjunto das empresas estatais e privadas, bem como organizações civis e militares, que participem de uma ou mais das etapas de pesquisa, desenvolvimento, produção, distribuição e manutenção de produtos estratégicos de defesa (BRASIL, MD, 2005).

¹⁷ Para maiores informações, as palestras realizadas no 7º Seminário de Ciência e Tecnologia de Interesse para a Defesa Nacional, realizado em outubro de 2009, estão disponíveis em: <https://www.defesa.gov.br/ciencia_tecnologia/index.php>. Acesso em: 03 Fev 10.

Estas medidas comprovam a atenção do Governo Brasileiro à imperiosa necessidade de incentivo para a indústria bélica brasileira, a qual sofreu uma retração ao longo das últimas décadas.

2.8.1 As Organizações Militares do setor de tecnologia

Como já foi visto, o DCT atua como Órgão Setorial para a Pesquisa e Desenvolvimento em C,T&I no Exército Brasileiro, por meio das suas Organizações Militares Diretamente Subordinadas. Além das OMDS, compõem o DCT 03(três) Grupos de Planejamento e Apoio e os 10 (dez) Grupos Finalísticos definidos pelo PBCT.

Faz-se necessário ressaltar também a vinculação da Indústria de Material Bélico (IMBEL), em particular, à planta situada no bairro do Caju, na Cidade do Rio de Janeiro, que, juntamente com o CTEEx, são encarregados pela pesquisa e projetos de equipamentos de comunicações e sistemas de Comando e Controle.

Em outra vertente, o CTEEx, também localizado na Cidade do Rio de Janeiro, é uma órgão de apoio ao DCT na área de pesquisa e desenvolvimento de material para o Exército Brasileiro.

O CTEEx abriga também o Grupo Finalístico de Comando e Controle, sob a gerência do CDS, cuja tarefa de desenvolvimento de um sistema de comunicações nível Brigada será pormenorizadamente abordada em capítulo futuro deste trabalho.

Ativado em 20 de fevereiro de 2009, originado do Centro Integrado de Guerra Eletrônica, o CComGEX tem como objetivo principal aumentar a capacidade operacional do Exército Brasileiro no Sistema Operacional Comando e Controle (BRASIL, MD, CComGEx, 2010).

Cabe ainda ao CComGEx, em cooperação com o CTEEx, o desenvolvimento do software a ser utilizado pelos novos equipamentos de comunicações concebido pelo Grupo Finalístico de C²¹⁸.

2.9 O SISTEMA DE PLANEJAMENTO DO EXÉRCITO

Para que fossem levantados os dados necessários para a formulação de cenários a serem trabalhados, o SIPLEX foi elaborado com base em diagnósticos

¹⁸ Os detalhes deste trabalho serão descritos no capítulo que trata do Sistema Operacional Comando e Controle, no que tange às comunicações militares no contexto da Guerra Centrada em Redes.

das conjunturas e na busca de tendências tecnológicas voltadas para a arte da guerra (SIPLEX, 2008).

Da avaliação das tendências, foram formuladas políticas e estratégias, consubstanciadas no SIPLEX, para capacitar o emprego do Exército Brasileiro no cumprimento das suas missões constitucionais.

Das diretrizes do SIPLEX, o Exército Brasileiro elaborou o Plano Básico de Ciência e Tecnologia (PBCT), que transforma as premissas do SIPLEX em ações e prazos para o esforço da Força Terrestre.

O PBCT foi orientado pela Missão do Exército descrita no SIPLEX 1 e é o documento formal que consolida a estratégia setorial de Ciência e Tecnologia.

As finalidades do PBCT foram divididas em gerais e específicas. As gerais são voltadas para os processos decisórios do alto escalão da Força, como o gerenciamento, planejamento e orientação dos recursos e processos em si.

Já as finalidades específicas estão direcionadas às ações do setor de C&T do Exército Brasileiro. Estas finalidades dão suporte a medidas e processos relevantes para este trabalho. São Elas:

- 1) [...];
- 2) Integrar as atividades de **modernização e revitalização de Materiais de Emprego Militar (MEM)** ao SCTEX;
- 3) Intensificar o **fomento à Indústria Nacional de Defesa** e o apoio do SCTEX a revitalização da Indústria de Material Bélico do Brasil – IMBEL (BRASIL, PBTC, 2006, grifo nosso).

Observa-se a relação das finalidades específicas com as diretrizes da END, bem como dos programas da Estratégia Braço Forte, que vão ao encontro das necessidades e fragilidades levantadas pelo SIPLEX, em 2008.

Antes da confecção propriamente dita do PBCT, o Sistema de Ciência e Tecnologia do Exército – SCTEX elaborou um diagnóstico sobre a situação do vetor C&T na Força Terrestre. Deste diagnóstico, destacam-se as seguintes considerações:

- Aumento do relacionamento interinstitucional, realizando intercâmbios entre pesquisadores do Exército com os da Marinha e Força Aérea, em função do Ministério da Defesa; e
- O imperativo aumento da interface dos sistemas de Ensino Militar Bélico e de Ensino Científico-tecnológico.

Com base nos diagnósticos levantados, o SCTEX elaborou os Objetivos Estratégicos de Ciência e Tecnologia (OEC&T). Este Mapa Estratégico (Figura 4)

contem os 20 OEC&T, dentre os quais se destacam os seguintes objetivos finalísticos, por serem fundamentais para a relevância deste trabalho:

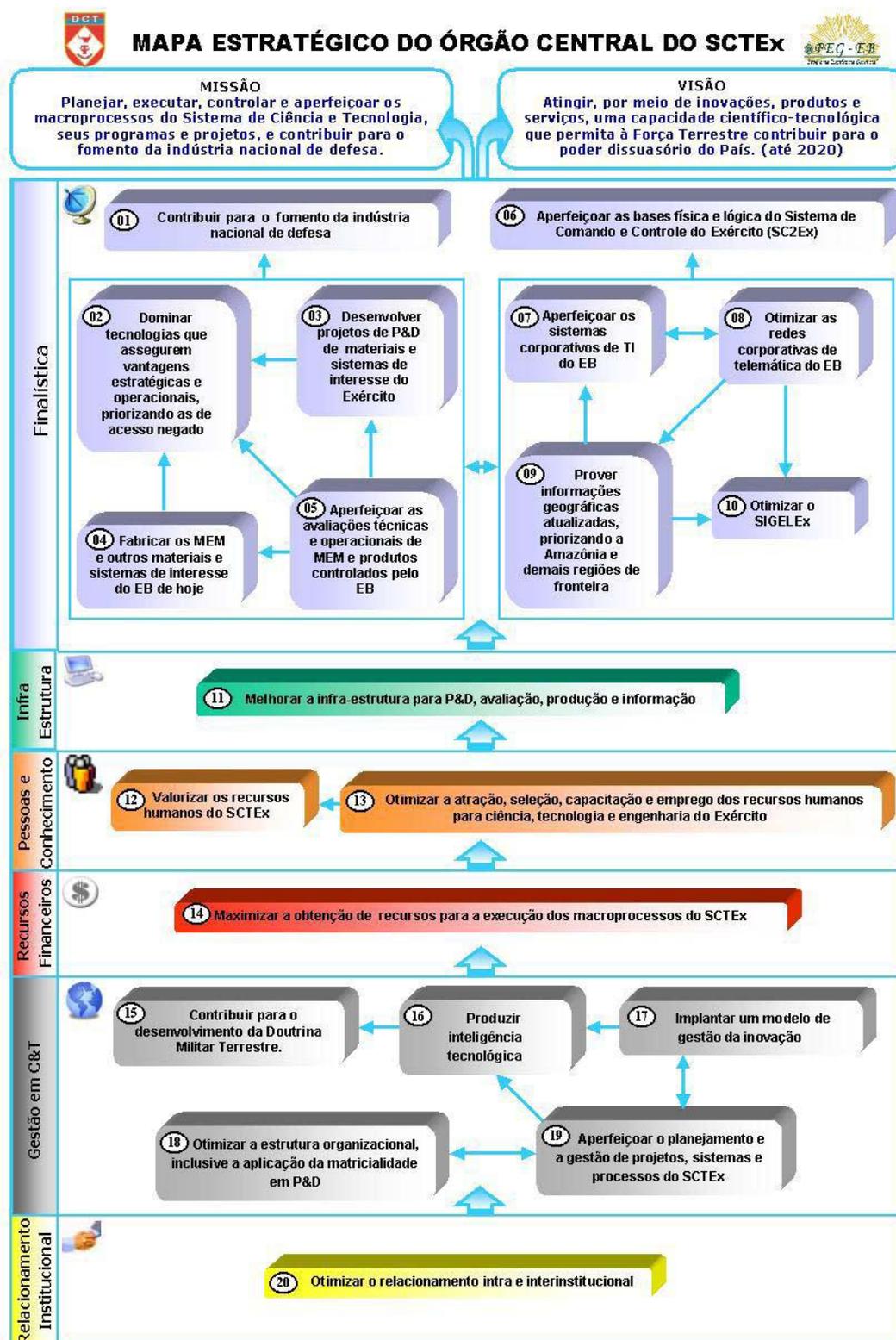


Figura 4 - Mapa Estratégico do DCT contendo os 20 Objetivos Estratégicos de Ciência e Tecnologia – OEC&T. Destaque para os objetivos relacionados a este trabalho.

Fonte: PBCT, BRASIL, 2006.

- aperfeiçoar as bases física e lógica do Sistema de Comando e Controle do Exército (SC²Ex);
- otimizar as redes corporativas de telemática²⁰ do Exército Brasileiro; e
- prover informações geográficas atualizadas, priorizando a Amazônia e as demais regiões de fronteira (PBCT, BRASIL, 2006).

Estas três medidas serão a base do estabelecimento da “infoestrutura” do Exército Brasileiro, conceito que será abordado neste trabalho quando do for tratado o assunto de Guerra Centrada em Redes, mas cujo embrião pode ser identificado pelos Centros de Telemática.

Estabelecidos os objetivos estratégicos, o Alto Comando do Exército aprovou, em reunião, 13 projetos prioritários para o SCTEx, dos quais se destaca, em função do assunto deste trabalho, o Sistema de Comando e Controle da Força Terrestre nível Brigada e Divisão de Exército (DE).

Para que um projeto em C&T como este seja executado, há que se entender como ele sai do papel e se torna viável. Isto é possível por meio de uma cadeia de macroprocessos, que passam pela pesquisa científica, desenvolvimento experimental, assessoramento em C&T, aplicação das tecnologias e capacitação de pessoal. Cada um deste macroprocessos envolve setores diferentes do sistema de C&T do Exército e são ligados em uma cadeia piramidal (Figura 5).

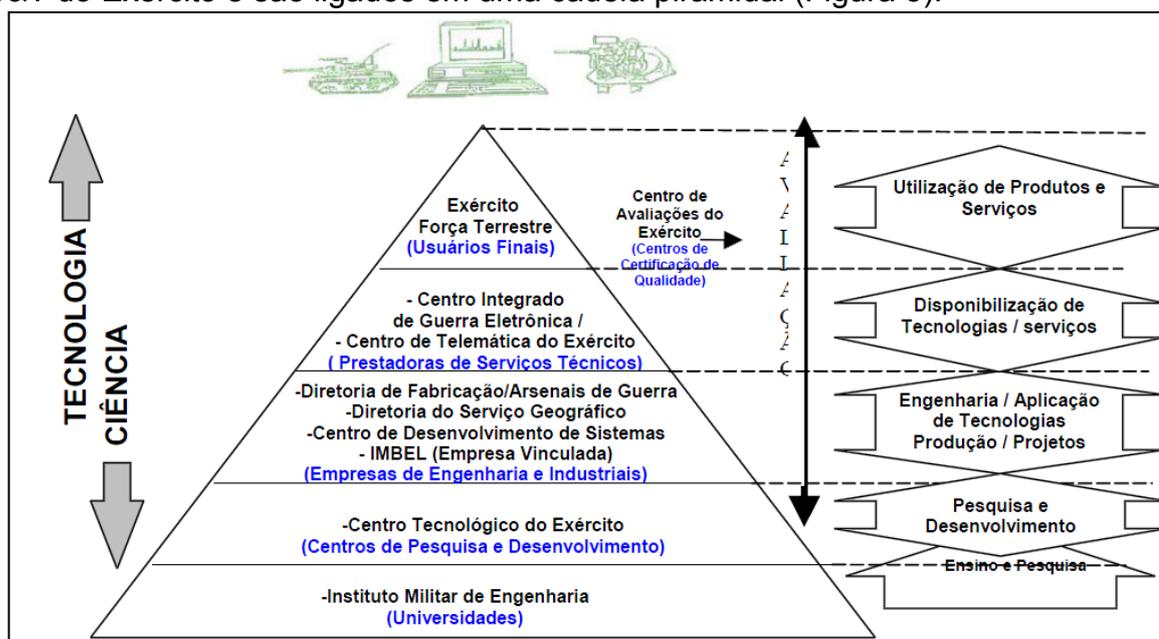


Figura 5 - Pirâmide dos macroprocessos de C&T do Exército Brasileiro.

Fonte: PBCT, BRASIL, 2006.

²⁰ Entende-se por telemática a união da informática com as telecomunicações (HOESCHL, 1997). Para o Exército Brasileiro, o sistema de telemática é gerenciado por Centros de Telemática distribuídos estrategicamente pelo território nacional, coordenados pelo Centro Integrado de Telemática do Exército (CITEx), este subordinado ao DCT, com a função de manter o sistema da Força funcionando e, assim, buscar a capacidade de informação em rede para o Exército Brasileiro.

Da análise desta pirâmide, verifica-se que na cor azul estão descritos os nomes equivalentes de organizações civis comumente utilizados na área de C&T e da Engenharia (PBCT, BRASIL, 2006).

A pesquisa de tecnologias de Comando e Controle foi contemplada com a criação de um grupo finalístico, cujo trabalho é realizado no Centro Tecnológico do Exército (CTEx).

O Grupo de Comando e Controle (GC²), como é chamado, tem o objetivo de realizar a pesquisa científica, o desenvolvimento experimental, o assessoramento científico tecnológico e a aplicação do conhecimento e das tecnologias dominadas em prol da modernização e do aprimoramento contínuo das atividades de Comando e Controle do Exército (PBCT, BRASIL, 2006).

Entre seus objetivos específicos, o GC² deve desenvolver um padrão de informações geográficas; integrar o Sistema Estratégico de Comunicações (SEC) com o Sistema Tático de Comunicações (SISTAC); integrar o Sistema de Comando e Controle da Força Terrestre (SC²FTer) ao Sistema de Proteção da Amazônia²¹ (SIPAM); e desenvolver ferramentas de suporte à decisão.

O desenvolvimento de um padrão de informações geográficas possibilitará a criação de um banco de dados geográfico, o que será particularmente importante na região amazônica, tendo em vista o vazio demográfico deste vasto território e sua evidente necessidade de acompanhamento, face os pujantes recursos naturais lá existentes.

A integração do SEC com o SISTAC implica no desenvolvimento de um gateway²² que realize esta integração por meio físico. Este tipo de equipamento já é utilizado por alguns países, como Israel²³ e Estados Unidos da América, e é o elo de

²¹ O SIPAM é uma organização sistêmica, vinculada à Casa Civil da Presidência da República, responsável pela produção e veiculação de informações técnicas, formado por uma complexa base tecnológica e uma rede institucional, encarregado de integrar e gerar informações atualizadas para articulação e planejamento e a coordenação de ações globais de governo na Amazônia Legal, visando a proteção, a inclusão e o desenvolvimento sustentável da região. Fonte: www.sipam.gov.br.

²² O termo Gateway é definido como o computador ou material dedicado que serve para interligar duas ou mais redes que usem protocolos de comunicação internos diferentes, ou, computador que interliga uma rede local à Internet. Fonte: Portal Sociedade Digital, Disponível em: <<http://www.sociedadedigital.com.br>>.

²³ Uma das empresas que fabricam este tipo de equipamento no país de Israel comercialmente é a RAFAEL ADVANCED DEFENSE SYSTEMS LTD. (www.rafael.co.il), o qual será abordado posteriormente como exemplo deste tipo de aparelho.

ligação do C² dentro da doutrina da guerra centrada em redes. A integração do SEC com o SISTAC proporcionará uma maior rapidez no fluxo da informação e, conseqüentemente, maior agilidade na transmissão de ordens e comandos.

A integração do SC2FTer com o SIPAM irá favorecer o Comando e Controle das operações militares na Amazônia, o que beneficiará diretamente a atividade de navegação militar nesta região, que é o foco deste trabalho. Essa integração também proporcionará ao SC2FTer a possibilidade de agregar informações da região, ao utilizar-se dos avançados recursos da aeronave de sensoriamento remoto R-99B (figura 6).

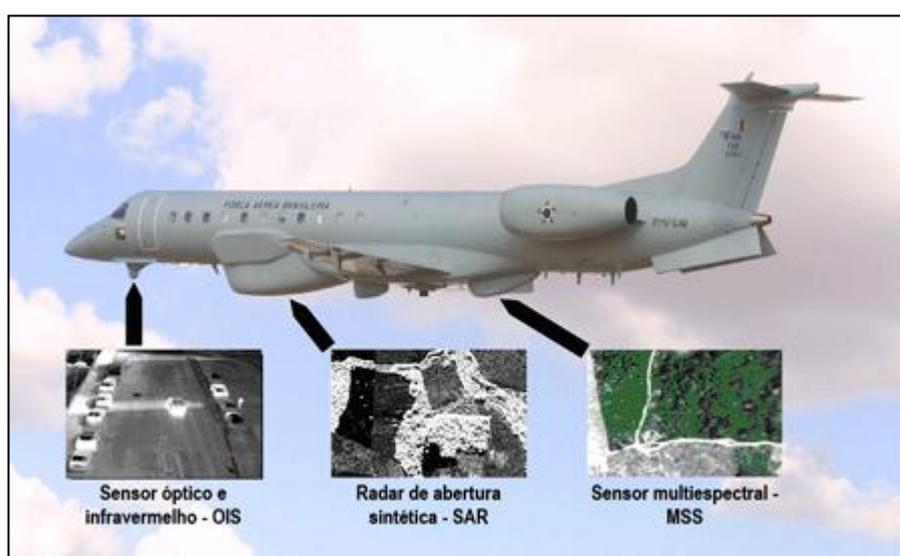


Figura 6 - Aeronave de sensoriamento remoto R-99B, utilizada pelo SIPAM.

Fonte: Portal do Sistema de Proteção da Amazônia.
Disponível em < <http://www.sipam.gov.br/content/view/40/53>>.

O desenvolvimento de ferramentas de apoio à decisão é o objetivo do GC2 que vem a completar o conjunto de suporte tecnológico para o Exército Brasileiro de Comando e Controle em combate. As ferramentas de apoio à decisão para o programa C² em combate realizarão a fusão de dados oriundos de sensores diversos, cujo resultado será a aceleração das ordens de combate e a chamada consciência situacional²⁴.

²⁴ Simplificando os conceitos de ALBERTS, no linguajar corriqueiro, associa-se o termo *Consciência Situacional* ao entendimento que um observador adquire do ambiente ao seu redor. Durante o combate, consciência situacional se refere ao grau em que um combatente processa informações externas ao ambiente do conflito ao mesmo tempo em que continua a executar as tarefas de rotina necessárias à continuidade da missão. Este conceito será amplamente explorado em capítulo posterior deste trabalho.

Os prazos impostos para a apresentação de resultados pelo GC² estabelecem o ano de 2010 como base referencial. Entretanto, o próprio PBCT diverge sobre uma data específica, pois o prazo depende de variáveis como o pessoal envolvido, o preparo deste pessoal e a carga horária de dedicação exclusiva aos projetos.

2.10 CONDICIONANTES OPERACIONAIS

Para que se possa determinar que modelos de materiais devem ser utilizados pelo Exército Brasileiro, coube ao Sistema de Ciência e Tecnologia do Exército (SCTEx), por meio da Portaria Ministerial Nr 270, de 13 de junho de 1994, que aprova as Instruções Gerais para o Funcionamento do Sistema de Ciência e Tecnologia do Exército (IG 20-11), todas as atividades científico-tecnológicas que compõem o ciclo de desenvolvimento dos Materiais de Emprego Militar (MEM)²⁵.

No desenvolvimento da Doutrina Militar Terrestre, cabe ao Estado-Maior do Exército (EME) o levantamento das necessidades operacionais dos MEM, e à SCTEx a avaliação técnica e operacional dos MEM. Essa avaliação será necessária para a determinação de Condicionantes Doutrinárias e Operacionais (CONDOP) para o emprego das comunicações para a navegação fluvial na Amazônia.

As CONDOP definem o emprego doutrinário previsto do MEM, destacando o desempenho esperado, considerando a doutrina de emprego da Força Terrestre, em vigor, ou a sua evolução. A área de Doutrina do EME elabora, para cada MEM da Lista de Necessidades²⁶, as CONDOP (BRASIL, MD, IG 20-12, p. 9).

²⁵ As atividades científicas e tecnológicas de que trata este artigo compreendem:

- 1) a Pesquisa e o Desenvolvimento (P&D) na área de material;
- 2) o ensino e a capacitação técnico-científica dos recursos humanos;
- 3) a pesquisa do comportamento do homem em sua inter-relação com o Material de Emprego Militar;
- 4) a colaboração ao Sistema de Direção Geral no que se refere ao desenvolvimento da Doutrina Militar Terrestre;
- 5) os serviços técnicos e científicos; e
- 6) a participação no processo de aquisição de MEM (BRASIL, 1994).

²⁶ A Lista de Necessidades se constitui do levantamento das Necessidades e Formulação Conceitual das necessidades do Exército em MEM (Lista de Necessidades), quantitativa e conceitualmente e se procura definir, para cada material da Lista, o seu emprego doutrinário através das Condicionantes Doutrinárias e Operacionais (CONDOP). São verificadas as necessidades correntes de MEM e as necessidades operacionais futuras, tendo por base o Planejamento Estratégico de Emprego da Força Terrestre, os Quadros de Dotação de Material e a Previsão Tecnológica (BRASIL, 1994).

2.11 REQUISITOS OPERACIONAIS BÁSICOS

Definidas as condicionantes, o EME elabora, para cada MEM, os Requisitos Operacionais Básicos, assim definidos pela IG 20-12:

Para cada MEM são estabelecidas pelo EME, através de estudos das áreas de Doutrina e C&T, as características que precisam ser atingidas. Em princípio, estas características devem ficar restritas exclusivamente aos aspectos operacionais, de forma a permitir ao setor de C&T liberdade na busca de soluções técnicas e na aplicação de sua capacidade inovadora. Procura-se descrever o QUE se deseja. Estas informações são consolidadas pela Área de C&T, no documento denominado Requisitos Operacionais Básicos (ROB). Deve haver um ROB para cada MEM. A definição do QUE se deseja permitirá o desenvolvimento do MEM de acordo com a necessidade real, enquadrada em uma doutrina de emprego. Nos casos em que julgar necessário, o EME poderá solicitar o auxílio técnico de assessores e da SCT para colaborar na definição dos ROB. (BRASIL, 1994).

Cabe ressaltar a importância dos CONDOP e ROB para este trabalho, pois estes documentos balizam o roteiro a ser seguido na identificação das possíveis soluções para o problema levantadas pelo Paradigma Tecnológico para as comunicações da navegação fluvial militar na Amazônia, já que, para se estabelecer este paradigma, há que se caminhar por meio da doutrina vigente na Força Terrestre e nas capacidades tecnológicas do Exército Brasileiro.

2.12 CONCLUSÃO PARCIAL

A atual realidade do combate, que tem como principais características a assimetria e a presença de atores não estatais, fortalece o foco da sociedade em defesa. A atual Estratégia Nacional de Defesa comprova esta afirmação, pois se trata de um documento atual, com base na análise da conjuntura do país. Neste contexto, a cobiça externa pela Amazônia e a permeabilidade da fronteira brasileira nesta região fizeram dela uma das prioridades do Brasil em questão de defesa.

A Estratégia Nacional de Defesa, aprovada em 2008, veio dar um novo impulso no processo de desenvolvimento científico-tecnológico do Exército Brasileiro. Ao priorizar o setor cibernético, o comando e controle entre as Forças Armadas e a região amazônica, a END reafirmou os campos de pesquisa do setor de C&T do Exército Brasileiro e direcionou esforços no sentido de atualizar a atual

doutrina de emprego da Força Terrestre com as possibilidades oferecidas pela tecnologia.

Pode-se observar que a evolução da concepção estratégica do Exército Brasileiro, impulsionada pela Política de Defesa Nacional e a Estratégia Nacional de Defesa, tem estreita ligação com a evolução tecnológica no setor bélico. Como foram apresentados neste capítulo, os avanços tecnológicos, em especial os de uso dual, proporcionam o progresso da nação e diretamente alavancam a necessidade de pesquisa e desenvolvimento em C&T no Exército Brasileiro.

Um dos princípios fundamentais do Estado Brasileiro é a soberania, conceito cujo principal foco na END se relaciona, como foi exposto, com a Amazônia. A END estabelece um modelo estratégico de dissuasão e prioriza a atuação em rede entre as forças Armadas e o adensamento do poder militar do Estado na Região Amazônica. As características fisiográficas desta região favorecem o transporte de tropas e materiais pelos modais aéreos e fluviais, principalmente este último, por ter uma maior capacidade de carga, bem como maior alcance, haja vista a capilaridade da bacia hidrográfica da Amazônia.

Face o exposto e no que prescreve a END, o Exército Brasileiro, mesmo já priorizando a Amazônia mesmo antes destas diretrizes, aumentou seus esforços no sentido de efetivá-las. Este movimento da Força Terrestre está evidenciado pela Estratégia Braço Forte, por meio do Programa Amazônia Protegida que prevê o adensamento militar da Amazônia, bem como o monitoramento das fronteiras.

Estes aspectos estão diretamente ligados às comunicações na navegação fluvial da Amazônia, tema em questão, já que, em função da geografia da região, será o modal mais utilizado no desempenho destas tarefas. Para isso, cabe destacar a necessidade de tecnologia de Comando e Controle que possibilite sua realização com a eficiência e segurança necessárias, bem como com a possibilidade de integrar as Forças Armadas em rede, como determina a Estratégia Nacional de Defesa.

O objetivo da END em estabelecer a ação conjunta entre as Forças Armadas tem direta relação com o conceito de Guerra Centrada em Redes, o qual será abordado neste trabalho e é fator preponderante para o emprego das comunicações na atividade de navegação fluvial, já que o meio utilizado nesta atividade, o rio, também é utilizado pela Marinha de Guerra do Brasil. Com isso, há a necessidade

de interoperabilidade, no aspecto C², entre estas Forças a fim de coordenar o emprego dos seus meios nesta região.

No vetor de Ciência e Tecnologia, o Exército Brasileiro vem, ao longo dos últimos anos, direcionando recursos para a pesquisa e desenvolvimento de tecnologia de defesa. Este processo se iniciou com a criação do Sistema de Ciência e Tecnologia do Exército Brasileiro (SCTEx), em 1994, que organizou o fluxo de P&D na Força Terrestre.

Em seguida o Exército elaborou o SIPLEX, que estabeleceu diretrizes estratégicas; o PBCT, que fixa ações no vetor C&T para o Exército, no período de 2007-2010, que estabeleceu o Grupo Finalístico de C². Este Grupo tem por objetivo realizar a pesquisa de C&T para a modernização das atividades de Comando e Controle da Força Terrestre, dentro das quais se enquadra o sistema de comunicações, em particular, a ser utilizado na região amazônica.

Este capítulo mostrou o crescimento da importância que o Brasil tem dispensado ao assunto Defesa. A prioridade para o reaparelhamento bélico do país, aos sistemas de comando e controle, à Amazônia Brasileira e à interoperabilidade em rede entre as Forças Armadas, consubstanciadas pela legislação vigente voltada à estratégia, apontam para urgência de atender a estas necessidades.

No vetor de C&T, como foco no problema em questão, do desenvolvimento de um sistema de comunicações para a navegação fluvial na Amazônia, há que se estabelecer parâmetros operacionais (como os CONDOP e ROB), apoiados pelos fatores facilitadores expostos neste capítulo, proporcionado pelas diretrizes da END e pela capacidade do setor tecnológico do Exército, para atender a esta vulnerabilidade.

É fundamental ressaltar o momento propício para se realizar pesquisa e desenvolvimento em C&T para as atividades militares na Amazônia e, ao mesmo tempo, trazer para as Forças Armadas brasileiras novas doutrinas, como a Guerra Centrada em Redes, assunto a ser tratado em seguida, que possibilitará o C² para o seu emprego conjunto, atendendo, assim, as diretrizes de Defesa do país.

A GUERRA CENTRADA EM REDES

“Descobrimo novas armas, e acima de tudo liderando em ciência, faremos frente a um inimigo superior”.
(Winston Churchill, 1940)

A Guerra Centrada em Redes (GCR) (*Network Centric Warfare – NCW*) é um produto da era da informação (ALBERTS, 1999), constituindo-se numa doutrina desenvolvida pelo Departamento de Defesa (*Department of Defense – DoD*) dos Estados Unidos da América no final da década de 90. O fundamento da sua formulação está na evolução do combate em sintonia com o desenvolvimento tecnológico.

Entretanto, a simples aplicação de novas tecnologias nas plataformas de combate não caracteriza o pleno potencial da Guerra Centrada em Redes (GCR), pois há que se desenvolver a doutrina coerente com as possibilidades oferecidas por estas novas tecnologias.

O Departamento de Defesa Norte-Americano define a GCR como um conceito de operações baseadas na superioridade da informação, a qual eleva o poder de combate por meio de sensores em rede, decisores e atuadores, para compartilhar conhecimento, acelerar a tomada de decisão, reduzir o tempo das operações, obter maior letalidade e uma auto sincronização das ações. Na essência, a GCR traduz a superioridade da informação em poder de combate por intermédio da sinergia decorrente da ligação em rede das entidades presentes no campo de batalha.

Entretanto, é importante salientar que a GCR não é a rede em si, mas o acréscimo de poder de combate que pode ser obtido por meio da rede, a qual proporciona a consciência situacional (Figura 7) e que colabora para a sincronização no combate. Ela não é o fim em si, mas um meio para o combate.

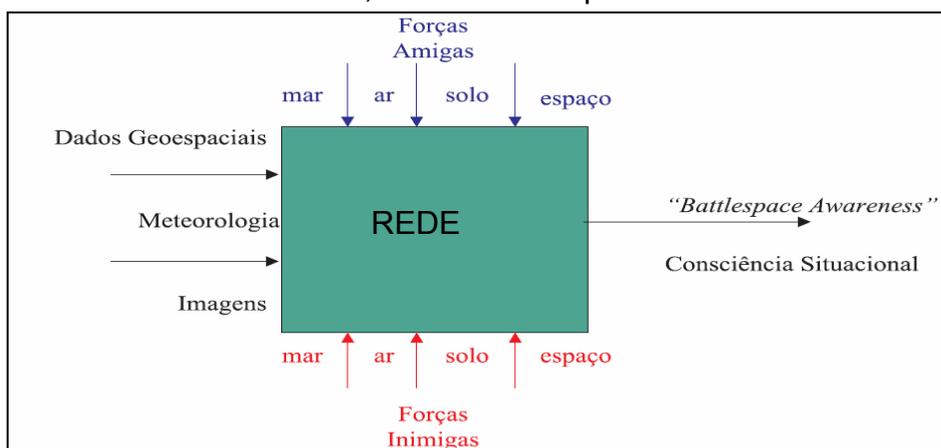


Figura 7 – Processo de obtenção da consciência situacional através da integração em Rede.

Fonte: Adaptado pelo Autor de Alberts (1999).

Como na implantação de outras novas doutrinas, os princípios da guerra, como ofensiva, economia de forças, surpresa e unidade de comando serão afetados pela aplicação dos conceitos da Guerra Centrada em Redes. Por exemplo, o princípio da ofensiva se configura por agir antecipadamente, ditando tempo, local, propósito e intensidade das ações. Estes conceitos continuam sendo evidenciados e considerados na aplicação de novas tecnologias do combate. Isso será mostrado durante este capítulo.

Os problemas decorrentes da fricção, a complexidade e a névoa da guerra podem ser minorados por operações centradas em rede, pois a GCR proporciona a redução do tempo de resposta, a ciência compartilhada do campo de batalha em profundidade e em tempo real. Associadas a um conjunto de sensores e identificadores, a GCR possibilita às forças que dispõem destas capacidades verem primeiro, entenderem primeiro e atuarem primeiro (*see first, understand first and act first* – Figura 8).

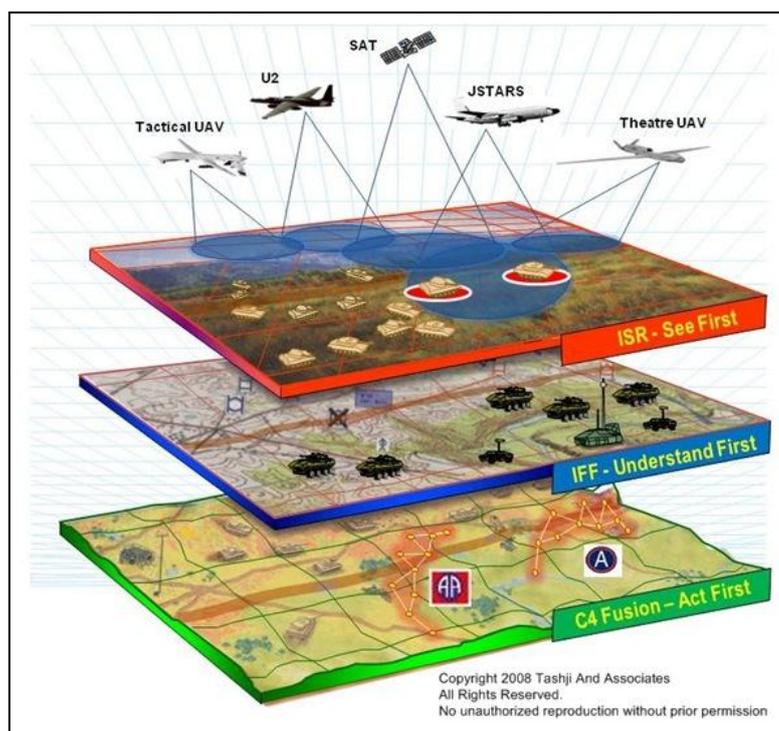


Figura 8 – Processo de integração do Comando e Controle com sistemas de sensores.

Fonte: RAFAEL ADVANCED DEFENSE SYSTEMS, 2009b.

É importante entender que o emprego do conceito de GCR em ambiente amazônico representa um desenvolvimento doutrinário genuinamente brasileiro, com

base nas tecnologias existentes e na era da informação, dentro do campo de batalha multidimensional, conceitos que serão abordados a seguir.

3.1 A INFLUÊNCIA DA 4ª GERAÇÃO DO COMBATE NA GUERRA CENTRADA EM REDES

A história da guerra esta intimamente ligada à evolução tecnológica. Ao passar do tempo, a natureza do combate sofreu mudanças profundas, principalmente em função de evoluções em armamentos e táticas. Willian S. Lind e outros autores definiram o conceito das gerações do combate. Segundo seus autores, as três primeiras gerações do combate têm as seguintes características (LIND, W. S. et al, 1989):

- 1ª Geração: táticas de linha e coluna, que se desenvolveram na era do mosquete de alma lisa;
- 2ª Geração: táticas de fogo e movimento linear, com recurso a fogo indireto; e
- 3ª Geração: táticas de infiltração para contornar o colapso e as forças do inimigo combatente em vez de tentar destruí-los e defesa em profundidade (LIND, W. S. et al, 1989).

Segundo Lind (1989), o combate de quarta geração tem como principal característica a assimetria. Sua origem se encontra na Guerra Fria, quando as colônias utilizavam de táticas de guerrilha e terrorismo contra a dominação da metrópole.

A fotografia da guerra de quarta geração tem frequentemente envolvido um grupo de insurgentes contra um ator estatal para tentar implementar o seu próprio governo ou restabelecer um antigo governo sobre o poder dominante atual. No entanto, uma guerra de quarta geração tende a ser mais bem sucedida (do ponto de vista do mais fraco), quando a entidade não-estatal não tenta, pelo menos no curto prazo, impor a sua própria regra, mas tenta simplesmente desorganizar e deslegitimar o Estado em que a guerra ocorre (LIND, W. S. ET AL, 1989, p. 6).

O objetivo disso é forçar o Estado a gastar recursos humanos e dinheiro na tentativa de estabelecer a ordem, de preferência de forma arrogante que apenas aumenta a desordem, até que o Estado se renda ou se retire.

Como exemplo de guerra de 4ª Geração, tem-se o caso do *Hezbollah*, uma organização xiita islâmica paramilitar que se utiliza de terrorismo para desarticular o governo de Israel.

A atuação de forças de 4ª Geração é descentralizada, caracterizada por ações de pequenos grupos de combate e pela guerra de resistência²⁷. Esta característica implica na necessidade de um eficiente Comando e Controle para coordenar as ações, muitas vezes simultâneas.

O emprego do combate de resistência se presta para a Região Amazônica, em função das suas características fisiográficas, as quais serão abordadas posteriormente.

Neste contexto, a Guerra Centrada em Redes se delineia como um recurso fundamental na solução de C² para a Amazônia, ambiente ideal para a guerra de resistência (PAMPLONA, 2001), especialmente na ação de pequenos grupos de combate e no controle descentralizado de operações envolvendo embarcações fluviais, como será abordada por meio do estudo das suas possibilidades e capacidades, apresentadas neste capítulo.

3.2 A MULTIDIMENSÃO DO CAMPO DE BATALHA

As guerras ocorridas a partir da última década do século XX, desde a 1ª Guerra do Golfo (1991-1992), têm apresentado peculiaridades que ampliaram a utilização das 3ª e 4ª gerações do combate. O espectro eletromagnético passou a ser tratado como a quarta dimensão do combate, somando-se ao ar, terra e mar. O seu domínio passou a ser fator crítico para o sucesso de uma operação militar. A par disso, o domínio da informação é o trunfo que contribui para a vitória no combate moderno, que se passa no campo de batalha multidimensional.

O controle das emissões de radiofrequências é essencial para o Comando e Controle. Desta forma, este aspecto, se somado ao combate de 4ª geração, suscita

²⁷ A guerra de resistência exige duas condições primordiais: que o inimigo seja muito mais forte e que haja condições, principalmente de espaço, que o combate de resistência possa ser levado a cabo. A Amazônia é um exemplo de Teatro de Operações para a Guerra de Resistência. Este aspecto será explorado neste trabalho posteriormente.

o desenvolvimento dos fundamentos da Guerra Centrada em Redes, que será abordado a seguir.

3.3 AS CONSEQUÊNCIAS DA ERA DA INFORMAÇÃO PARA O COMBATE

Segundo Alberts (1999), os recentes avanços em Tecnologia da Informação (TI) e a habilidade de se tirar vantagem das oportunidades advindas destes avanços alteraram profundamente a natureza do mundo em que vivemos.

A Era da Informação está:

- alterando como é criada a riqueza;
 - alterando a distribuição de poder;
 - aumentando o grau de complexidade dos fatos;
 - reduzindo as distâncias do mundo; e
 - comprimindo o tempo, o que altera sua percepção nas nossas vidas.
- (ALBERTS, 1999, p. 34).

O advento da era da informação fez com que a distância se tornasse um fator menos relevante na tomada de decisões, pois por meio de conferências em vídeo, comunicações em tempo real e outras tecnologias de informação existentes, o decisor passa a ter menor necessidade de estar presente no local onde as variáveis que influenciam sua decisão se apresentam, já que ele tem condições de avaliá-las à distância²⁸.

Em consequência, a dimensão do tempo também foi comprimida. Em função da imediata capacidade de trânsito das informações, o tempo para a tomada de decisão foi reduzido e, segundo Alberts (1999), impôs ao decisor maior rapidez e eficiência no tempo de resposta da tomada da decisão.

A sociedade como um todo também sofre mudanças influenciadas pela Era da Informação. Para caracterizar a sociedade sob estas influências, Castells (2000, p. 25) cunhou o termo “Sociedade Informacional”. O paradigma da tecnologia da informação expressa a essência deste termo, que deriva das transformações tecnológicas e suas influências na sociedade.

Para Castells, o paradigma da tecnologia e da informação é formado pelas seguintes características fundamentais:

²⁸ Para maior detalhamento desta possibilidade, vide Alberts (1999).

- **A informação é sua matéria-prima:** as tecnologias se desenvolvem para o homem atuar sobre a informação, ao contrário do passado quando o objetivo era utilizar informação para agir nas tecnologias;
- **Os efeitos das novas tecnologias tem alta penetrabilidade:** a informação sobre novas tecnologias afeta diretamente a sociedade, à medida que seus efeitos fluem rapidamente pelo tecido social;
- **Predomínio da lógica de redes:** esta relação complexa permite implementar tecnologias em qualquer tipo de processo;
- **Flexibilidade:** a tecnologia favorece processos reversíveis e permite sua reorganização; e
- **A crescente convergência de tecnologias:** diferentes trajetórias de desenvolvimento tecnológico são interligadas em processo multidisciplinares. (CASTELLS, 2000, apud WERTHEIN, 2000, p. 72, grifo nosso).

Observa-se que estas características tem plena aplicabilidade no desenvolvimento da doutrina moderna, apoiada em tecnologias cada vez mais convergentes²⁹, a utilização de sistemas em rede, a flexibilidade da doutrina e a informação como elemento crítico para o sucesso da missão. Logo, o combate moderno carrega consigo as características da sociedade informacional, o que faz da tecnologia um componente decisivo para o desenvolvimento militar e composição da doutrina e equipamento das Forças Armadas do presente.

Assim, a evolução tecnológica proporcionada pela Era da Informação se traduz, na esfera militar, pela transformação da informação em vantagem militar, com formulação de novas doutrinas especialmente apoiadas no combate em rede, que será estudado a seguir.

3.4 AS CARACTERÍSTICAS DO COMBATE EM REDE

As prospecções sobre emprego de tropas, como a realizada por Vicente (2007), trabalham com um cenário hipotético de combate no qual se visualiza o emprego de pequenas frações, dotadas de sistemas portáteis de comunicação e localização, cujo líder se liga *online* com o comando da operação, recebendo informações específicas e imagens em tempo real sobre o alvo e, simultaneamente, acompanhando sua equipe por meio de visores. Este cenário possibilita a

²⁹ Modernos sistemas de comunicações militares, por exemplo, integram tecnologias de microeletrônica, computadores e telecomunicações de forma convergente.

consciência situacional compartilhada³⁰ entre os membros da equipe de combate e seu comando enquadrante, por meio de *data-links*. Por exemplo, seu pedido de fogo é executado utilizando suas coordenadas geográficas e por meio de plataformas não tripuladas, como Veículos Aéreos Não-Tripulados (VANT), utilizando munições inteligentes de precisão.

Por mais que pareça algo muito futurista, o cenário apresentado em (VICENTE, 2007) já é uma realidade para o Exército dos Estados Unidos, tendo sido utilizada na Operação *Iraqi Freedom*³¹, e está apoiado em tecnologias em desenvolvimento e no emprego da doutrina de Guerra Centrada em Redes, como observado nos Centros de Operações para o suporte do combate (Figura 9). Desta forma, a tecnologia de apoio à GCR não só permite a centralização do comando, mas também preserva a integridade pessoal e material destes Centros de Operações.



Figura 9 – Centro de Operações Combinadas de suporte à Operação *Iraqi Freedom*, na península arábica.

Fonte: U. S. Air Force, 2010.

³⁰ O conceito da consciência situacional compartilhada remete à percepção de todos os elementos disponíveis em uma situação de combate. Segundo Vicente (2007), a consciência situacional permite uma interpretação melhor informada da realidade por todos os elementos que a compartilham, permitindo sua interação, colaboração e auto sincronização, melhorando, assim, a sustentação e a velocidade do comando. Entretanto, para que ela exista, deve haver a ligação em rede integrando todos os envolvidos, em toda escala hierárquica.

³¹ A Operação *Iraqi Freedom* foi realizada por uma Coalisão de países, sob a liderança dos Estados Unidos da América, com o objetivo de libertar o Iraque do regime ditatorial que o governava.

No Brasil, a Força Aérea Brasileira (FAB) já utiliza, no Sistema de Proteção da Amazônia, enlaces de redes táticas, que compartilham as informações simultaneamente para os pontos conectados à rede (SILVA, 2007, p. 2).

Adaptando os resultados desse trabalho de prospecção para o Teatro de Operações Terrestre (TOT) amazônico, o emprego de tropas nessa região é bastante dificultado pela densa floresta e pela falta de infraestrutura no seu interior. Assim, cresce de importância o emprego de pequenos grupos de combate, com missões específicas, deslocados pelas vias fluviais e, necessariamente, dotados de um sistema portátil de Comando e Controle que possibilite sua coordenação por parte do seu escalão superior.

Este futuro está distante? Não. Segundo Vicente (2007), a adesão às transformações militares dos últimos anos, voltadas principalmente para o combate em rede, são fatores preponderantes para a participação em coligações, que promovem a relevância internacional do país no contexto mundial.

Para Ferreira (2004), a conexão de sistemas centrados em rede é uma das principais características dos Sistemas de Combate do Futuro (SCF)³³ em corrente desenvolvimento pelo Exército Norte-americano.

A capacidade de atuação em rede, tomando o exemplo da OTAN (Organização do Tratado do Atlântico Norte), é também um pré-requisito para a participação dos países em coligações internacionais.

Para o Brasil, que busca um assento no Conselho Permanente da Organização das Nações Unidas, a capacidade de atuar em coligações é um fator decisivo para destacar o país no cenário geopolítico internacional.

Desta forma, como já foi exposto no capítulo anterior, a Estratégia Nacional de Defesa tem, como uma das suas diretrizes, a necessidade de atuação em rede entre as três Forças Armadas (BRASIL. Presidência da República, 2008, p. 13). Mas o que, exatamente, significa atuar em rede? Para entender este conceito, deve-se começar pelo entendimento do conceito de consciência situacional, já apresentado.

³³ Os Sistemas de Combate do Futuro são assunto recente, que começou a tomar forma a partir da década de 1990, quando passou a ser construído um novo pensamento militar, onde os Estados Unidos buscaram transformar sua evidente vantagem tecnológica em eficiência no combate moderno. Para aprofundamento neste assunto, ver Ferreira (2004).

Logo, para que se possa atingir a capacidade de compartilhamento das informações, há que se apoiar o C² em uma robusta estrutura informacional em rede.

Esta estrutura, que requer investimentos em tecnologia militar, possibilitará o emprego da Guerra Centrada em redes, cuja aplicação já é uma condicionante para o combate moderno, como se verifica na OTAN, onde o programa NNEC (*NATO Network Enabled Capability*) define a capacidade em rede como a “capacidade de aplicar efeitos militares precisos e decisivos, com velocidade e precisão sem precedentes, através da ligação de sensores, decisores e armas”. (*NATO Strategic Commanders apud VICENTE, 2007*).

A aplicação da Guerra Centrada em Redes é muito mais que isso, pois, segundo a própria concepção estratégica brasileira, ela deve permear o Comando e Controle das Forças Armadas como um todo.

Mas porque investir neste sistema? Segundo Vicente (2008), a relevância da Guerra centrada em Redes implica em uma transformação no caráter das operações militares. Esta transformação deve se assentar na modernização das capacidades operacionais e surge como um imperativo estratégico para a capacidade de segurança e defesa (VICENTE, 2008, p. 31).

Da análise da literatura, verifica-se que a Guerra Centrada em Redes proporciona como resultado final a efetividade na cumprimento da missão. A GCR irá proporcionar novas capacidades operacionais, como a redução de efetivo necessário para as missões e maior precisão no efeito desejado ao alvo.

3.5 O ENQUADRAMENTO CONCEITUAL DA GUERRA CENTRADA EM REDES

Segundo Eugénio (2010), o termo *Network Centric Warfare* surge pela primeira vez na publicação *Federal Computer Week*, num artigo de Brewin, em 1997, no qual é feito o resumo da gestão das redes de informação de cada ramo das forças armadas americanas. O artigo seminal sobre o assunto surgiu pouco tempo depois, em 1998, na publicação *Proceedings of the United States Naval Institute*, da autoria do Vice-Almirante Arthur Cebrowski e de John Garstka, com o título *Network-Centric Warfare: Its Origin and Future*.

Em 1996, foi criado um programa de investigação denominado CCRP (*C⁴ISR³⁴ Cooperative Research Program*), no Gabinete do Subsecretário de Estado da Defesa, coordenado por David Alberts³⁵.

Sob a chefia de Alberts, o CCRP deu início à produção de literatura sobre os temas centrais da transformação, avançando conceitos chave inovadores como o da GCR, Operações Baseadas em Efeitos, Agilidade e Experimentação, entre outros.

Da literatura, a maior parte disponível online, destaca-se a obra “*Network Centric Warfare: Developing and Leveraging Information Superiority*”, da autoria de Alberts, Garstka e Stein (1999), que constitui a fonte de onde a maior parte das ideias sobre GCR emergiram. Esta obra traz a fundamentação teórica deste capítulo.

A concepção da GCR implica no fato de que uma força em rede possui maior capacidade de compartilhamento de informações.

O compartilhamento eleva a qualidade da informação, criando a consciência situacional, a qual possibilita a auto sincronização e acelera a velocidade de comando e, como produto final, aumenta dramaticamente a efetividade da missão.

A ideia, portanto, não é somente ligar força militar em rede, mas traduzir esta ligação em acréscimo no poder de combate.

Como o Exército Brasileiro pode trabalhar este conceito? Qual sua utilização na Amazônia, em particular na navegação Fluvial? Estas perguntas serão respondidas neste capítulo, que mostrará que a GCR é a base conceitual da doutrina que deve ser formulada para atender às imposições da concepção estratégica brasileira.

³⁴ C4ISR - *Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance* (Comando, Controle, Comunicações, Computação, Inteligência, Vigilância e Reconhecimento) é o acrônimo criado para as ações que definem a distribuição do inimigo no campo de batalha. C4ISR abrange sistemas, procedimentos e técnicas utilizadas para coletar e disseminar informações (U. S. Department of Defense, 2006). Fonte: *DEFENSE SECURITY COOPERATION AGENCY*.

³⁵ David S. Alberts é doutor em pesquisa para Operações Militares pela Universidade da Pennsylvania e agente executivo do Programa de Pesquisa de Comando e Controle do Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América (EUA), sendo autor de diversas publicações de referência sobre o assunto.

3.6 A EVOLUÇÃO DA DOCTRINA COM BASE NA GCR

Para se entender os efeitos positivos proporcionados pela informação tomada, como exemplo, o setor comercial, onde as empresas que alcançaram superioridade informacional sobre os seus competidores comprimiram o espaço e o tempo de decisão, através da interligação logística entre fornecedores e clientes³⁶.

Estas ideias devem ser transpostas para o ambiente militar, onde métricas como “velocidade de comando” e “consciência situacional do campo de batalha” podem ser verificadas através do desenvolvimento e evolução de pacotes de capacidades de missão, explicado mais adiante.

Permeando desde o desenvolvimento do conceito até a implementação final, houve a necessidade de se desenvolver um processo que dissecasse o caminho que conduziria ao estabelecimento de uma capacidade. Ele inclui todas as variáveis que influenciam na formação da capacidade, desde o seu desenvolvimento até a sua implementação. Foram estabelecidos componentes funcionais, sem os quais o processo não teria validade, bem como métodos de avaliação e *feedback* para o operador, para o refinamento do próprio processo.

Como produto final, foi concebido um processo de desenvolvimento de capacidades em espiral (VICENTE, 2007), tal como ilustrado na Figura 10.

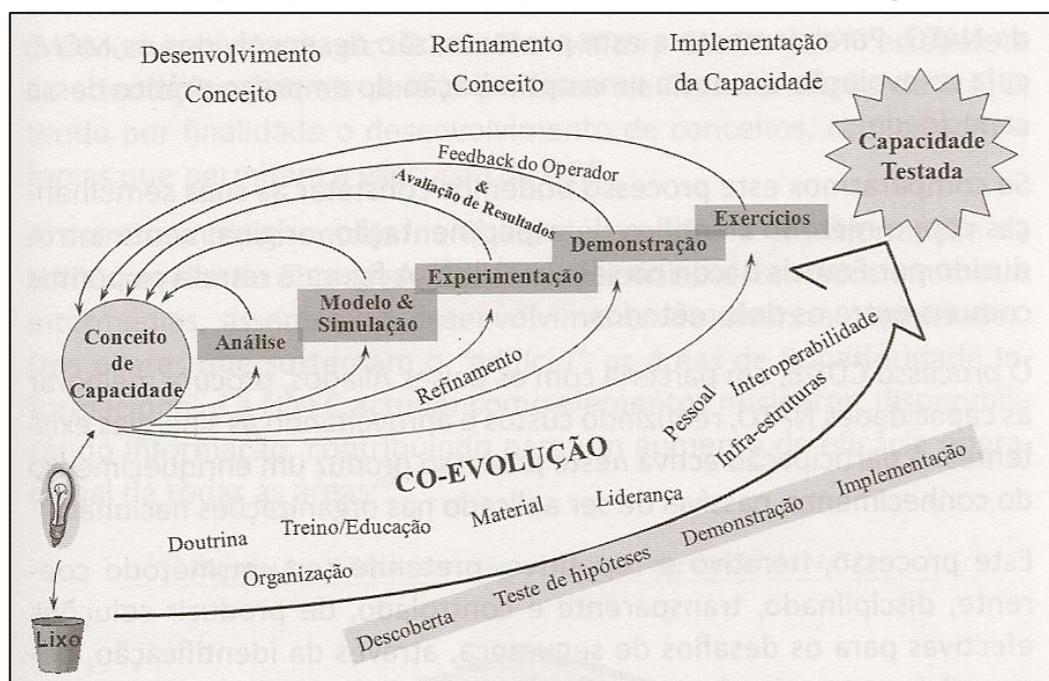


Figura 10 – Processo espiral de desenvolvimento de capacidades.
Fonte: VICENTE, 2007.

³⁶ Para maiores detalhes, ver Alberts (1999, p. 15 a 22).

O processo acima, utilizado pela OTAN, cujo produto final é o pacote de capacidades, mostra as fases necessárias para o desenvolvimento de uma capacidade, que consiste de vários componentes funcionais: Doutrina, Organização, Treinamento, Material, liderança, Sistemas de C⁴ISR, Sistemas de Armas, Logística e Pessoal, que passa por revisões críticas a cada etapa da sua evolução.

As revisões permitem a detecção antecipada de deficiências e suas devidas correções. Assim, por meio da experimentação, o pacote de capacidades é refinado e passa a ser retificado ou ratificado através do preparo e emprego em exercícios ou situações reais de combate.

Ressalta-se a importância do ciclo de *Feedback*, que possibilita a revisão conceitual das capacidades e a consequente coevolução dos seus componentes funcionais.

Como resultado do preparo e emprego através dos pacotes de capacidades, segundo Vicente (2007), pode-se inferir que o nevoeiro e o atrito da batalha teorizado por Clausewitz, se não eliminados, serão reduzidos, pelo menos na dimensão física (apesar do caos continuar reinando no ciberespaço³⁷), levando a uma maior eficácia no cumprimento da missão, através da “simples” partilha de informação entre as entidades relevantes do espaço de batalha. Assim, pode-se afirmar que o C² tende a ser descentralizado.

Para Alberts, a centralização do comando e controle está se tornando cada vez mais impraticável. Em vez dessa centralização é proposta a devolução de poder para as entidades situadas em volta, o que envolve acesso à informação e a remoção das restrições desnecessárias (ALBERTS, 1999).

Esta percepção vai de encontro às estruturas militares tradicionalmente hierarquizadas³⁸ que costumam utilizar o comando e controle para veicular informação. Para que esta proposta dê certo, deve haver investimento em Tecnologia da Informação (TI), pois a base da estrutura informacional requerida para dar suporte à centralização do C2 é composta de equipamentos de avançada tecnologia e, conseqüentemente, de alto custo.

³⁷ Conseguir selecionar dentro do excesso de informações do ciberespaço, detectando as informações relevantes, é um dos grandes problemas a serem resolvidos na operação da rede.

³⁸ A quebra do paradigma da decisão em cadeia hierárquica é um grande desafio, pois este padrão está enraizado na cultura militar desde seus primórdios. A autoridade em pequenos escalões é uma necessidade para a obtenção de uma rápida resposta: o atuar primeiro (*Act First*).

As tecnologias do vetor informação crescem de forma exponencial. Segundo a Lei de Moore³⁹, a cada 18 meses a capacidade de processamento duplica, enquanto outros custos permanecem constantes. No aspecto da transmissão de dados, registra-se uma duplicação a cada 12 meses (VICENTE, 2007).

Qual é a influência desta evolução informacional para a Arte da Guerra? Segundo David Alberts (1999), no passado, as maiores fontes de poder eram o território e o trabalho físico. Atualmente, estas fontes deram lugar à informação e à tecnologia.

Porém, o acesso à informação não é suficiente. Ele deve ser acompanhado por tecnologias e processos que permitam filtrar o excesso de informação disponível. Tem-se como exemplo a Internet que, pela excessiva quantidade de informações contidas na rede, eventualmente se torna muito difícil encontrar um dado específico.

Entende-se, portanto, que a distribuição de poder está diretamente dependente da informação. Para Alberts, a forma de controlar a informação ainda em vigor, com bases hierárquicas e comando centralizado, vem dando espaço para um novo paradigma informacional, que proporciona a fluidez de informação em todos os escalões, o que possibilitará a tomada de decisões em níveis hierárquicos mais baixos.

3.7 A EVOLUÇÃO DO MODELO ESTRATÉGICO DO COMBATE NO SÉCULO XXI

O modelo bipolar da geopolítica internacional acabou com a queda do muro de Berlim em 1989, quando os Estados Unidos da América (EUA) se estabeleceram como potência hegemônica, o que marcou a primeira fase do processo de globalização. Os anos 90 foram, segundo Frederick Kagan⁴⁰, “um período de pausa

³⁹ Gordon Moore foi o fundador da Intel e estabeleceu este postulado, chamado de Lei de Moore, a mais de 30 anos, cujos parâmetros permanecem em vigor.

⁴⁰ Frederick Kagan é acadêmico do conservador Instituto de Empresas Americanas, ex-professor de história militar na Academia Militar de Westpoint e um dos principais defensores da estratégia da primeira guerra no Iraque. Fonte: Portal do *American Enterprise Institute for Public Policy Research*. Disponível em: < <http://www.aei.org/scholar/99>>. Acesso em 20 Fev 10.

estratégica, aparentemente livre de ameaças iminentes, utilizados pelos EUA para iniciarem uma revolução tecnológica” (KAGAN, 2006, p. 2).

A atual fase da globalização remonta ao ataque às torres gêmeas do 11 de setembro, onde surgiu o confronto com um novo modelo de ameaça, formado por organizações transnacionais, como a Al-Qaeda, que se apoiam no terrorismo, caracterizando a assimetria do combate e, principalmente, aproveitam-se da capacidade de atuar em rede (VICENTE, 2007, p. 55).

Os reflexos dos efeitos do combate para as tropas amigas, principalmente junto à opinião pública interna, também sofreram mudanças. Por exemplo, observa-se a grande sensibilidade a baixas que o público interno dos Estados Unidos apresenta, desde o Vietnã aos atuais conflitos no Iraque e Afeganistão.

Este novo panorama internacional, composto por atores difusos e combates assimétricos, leva a novas vertentes de concepção estratégica. Por exemplo, as dinâmicas dos novos atores transnacionais possibilitam a permeabilidade das fronteiras, já que normalmente atuam em pequenos grupos descaracterizados. Logo, observa-se a redução da consistência da soberania dos países, de limites, de fronteiras, pondo em risco as suas zonas periféricas.

O Brasil corre riscos de ter sua soberania violada, pois adota a defesa alargada na Amazônia, por meio da distribuição dos Pelotões Especiais de Fronteira no perímetro da região e concentrando a maior parte das tropas estrategicamente distribuídas nas principais cidades. Desta forma, a permeabilidade territorial proporcionada por este desdobramento é um fator complicador para a manutenção da soberania Brasileira.

3.8 A ATUAÇÃO CONJUNTA COMO CAPACIDADE FUNDAMENTAL DE PROJEÇÃO NACIONAL

Para defender seus interesses, o Brasil terá a necessidade de intervir ativamente na política internacional. Portanto, o país deve provar sua relevância no concerto das nações. Uma das ferramentas que podem ser desenvolvidas para projetar a nação brasileira é a capacidade de atuação conjunta. Para isso, há que se estabelecer novos paradigmas informacionais e tecnológicos com o objetivo de evoluir sua doutrina militar.

A necessidade de atuação conjunta, assentada no domínio tecno-informacional, segundo Michael Mazarr, foi originalmente motivada na Guerra do Golfo de 1991. Esta mudança foi caracterizada pela capacidade de aquisição, análise e disseminação das informações pelas entidades envolvidas no combate.

De acordo com Mazarr, a aptidão dos conjuntos de armas em combater conjuntamente depende dos avanços tecnológicos, advindos da quebra de paradigmas tecnológicos e por meio da divisão de trabalho no campo de batalha, que proporcione a integração e colaboração das forças participantes (MAZARR, 1994, p. 12).

Como exemplo de adaptação à capacidade de operar em rede, observa-se a metodologia que está sendo conduzida pela OTAN, que, em função da “Nova Ordem Mundial”, compreendeu que há a necessidade de transformar a mentalidade de combate, com base da atuação conjunta em rede. Este caso merece destaque, em função da diversidade socioeconômica dos países que compõem esta organização, bem como das lições aprendidas com o processo da OTAN.

Cabe ressaltar que este é também o paradigma de coligação no qual o Brasil poderá algum dia se inserir. Portanto, este processo será estudado a seguir.

3.8.1 Estudo de caso: A Capacidade de Operar em Rede da OTAN

A OTAN foi estabelecida em 1949, no contexto da Guerra Fria, como oposição ao bloco socialista. Composta essencialmente por países europeus e Estados Unidos, a OTAN é hoje constituída por 28 (vinte e oito) países-membros.

O fim da Guerra-Fria trouxe profundas alterações geopolíticas na Europa, que conduziram para o reposicionamento dos conceitos estratégicos da OTAN.

O conflito da ex-Iugoslávia, em 1991, mostrou à OTAN, segundo Vicente (2007), “[...] um fosso transatlântico em termos de tecnologia militar e a capacidade de levar a cabo uma guerra moderna [...]”.

Para reduzir este hiato na doutrina de combate, foi adotado um novo conceito estratégico com base nas Capacidades de Defesa. Este conceito foi delineado na Cúpula de Washington, em 1999, onde foi estabelecida a necessidade de alianças em atividades combinadas (OTAN, 2001).

O processo de transformação da OTAN tomou um novo patamar com o ataque às torres gêmeas de 2001, que apresentou ao mundo uma nova dimensão

das ameaças, mostrando o poder de instituições não-estatais radicais e, desta forma, estabeleceu novos desafios para a concepção estratégica.

O esforço da OTAN para responder a estes desafios foi direcionado para o planejamento de novas capacidades militares. Este esforço implica em coligações para resolver os problemas transfronteiriços como terrorismo, proliferação de Armas de Destruição em Massa (ADM) e outros desafios.

A partir daí, a OTAN estabeleceu os componentes e variáveis que iriam se interagir de forma a moldar o processo de formulação e validação das suas capacidades.

Esse processo se inicia com a análise do ambiente estratégico, passando pela identificação de necessidades, desenvolvimento dos requisitos da capacidade, condução de análises, identificação de soluções e, finalmente, implementação da conduta.

Este conceito de capacidades só foi realmente definido na primeira Cúpula de Praga, em 2001, na qual o então Secretário Geral da OTAN, Lord Robertson, afirmou que “a iniciativa de capacidades (Figura 11) de defesa foi desenvolvida para assegurar que todos os aliados permaneçam não só interoperáveis, mas que também aperfeiçoem e atualizem suas capacidades para enfrentarem novos desafios de segurança.” (OTAN, 2001, p. 50 e 51, tradução nossa).

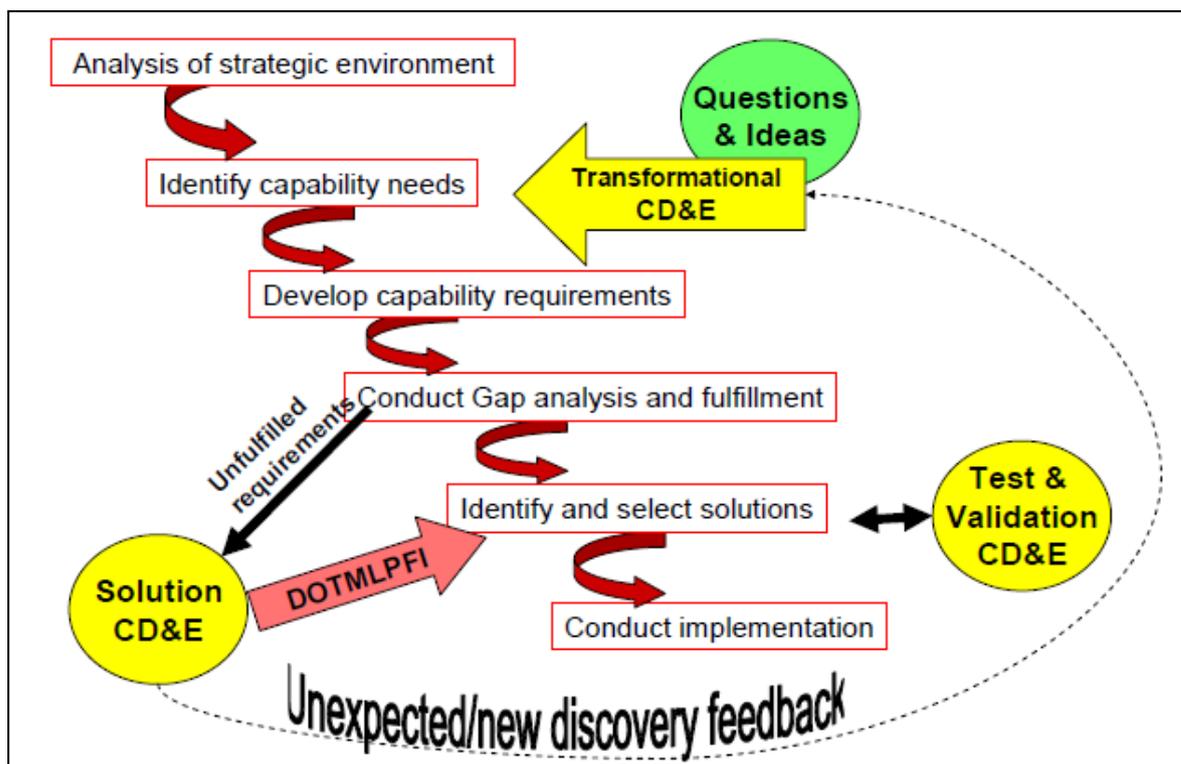


Figura 11 – Ciclo de validação e reformulação de capacidades.
Fonte: OTAN, 2001.

Do outro lado do Atlântico, segundo a Estratégia de Defesa dos EUA, a eficácia de uma força integrada em rede é maior que a soma das suas partes (Estados Unidos, *National Defense Strategy*, p. 20).

A capacidade de Operações Centradas em Rede (OCR) é possível por meio da ligação de sensores, decisores e executores, geograficamente dispersos (VICENTE, 2007, p. 84). Segundo o DoD, as operações em rede requerem mudanças de processos, doutrina e cultura e possibilitarão aumentar a velocidade e qualidade do processo de decisão.

Para a OTAN levar a cabo a proposta de transformação dos seus processos, estabeleceu a necessidade de dar resposta às ameaças assimétricas. Para isso, era fundamental que houvesse uma integração entre seus sistemas, para que pudessem interagir sem limites, proporcionando uma maior agilidade em função da centralização em rede. Esta intenção de integrar foi estabelecida através do desenvolvimento de capacidades.

A concepção destas capacidades apoiou-se na experimentação como ferramenta ideal. A OTAN define uma capacidade como a aptidão de produzir um efeito desejado.

O processo de desenvolvimento em espiral das capacidades, anteriormente apresentado, é composto por diversos componentes funcionais de suporte: Doutrina, Organização, Preparo, Equipamento, Liderança, Pessoal, Instalações e Interoperabilidade (VICENTE, 2007, p. 86).

Segundo a OTAN, esses componentes são as vertentes básicas das capacidades, chamadas também por Módulos de Capacidade de Missão (MCM)⁴¹.

Mas, como se determina a necessidade de uma capacidade? Para isso, a OTAN se empenha na Pesquisa e Desenvolvimento de vetores tecnológicos, doutrinários e operacionais, utilizando-se das comunidades científicas, comerciais e acadêmicas, ao mesmo tempo em que analisa a geopolítica para identificar as capacidades necessárias (VICENTE, 2007, p. 86).

Identificadas as necessidades, a OTAN desenvolve suas soluções por meio do método de desenvolvimento em espiral, já visto na evolução da doutrina com base na GCR (p. 67), onde são testadas as possíveis soluções por meio de experimentações ou nas próprias operações militares.

⁴¹ Os MCM representam o conjunto de elementos que compõem uma capacidade. Eles consistem de conceitos operacionais, estrutura de forças, C2, doutrina e preparo.

Todo este processo tem como suporte uma rede de treinamento e formação, que fornece recursos para o desenvolvimento do conhecimento estratégico e operacional.

Este ciclo é autoalimentado, pois as lições aprendidas nas operações e exercícios são reinseridas no processo de desenvolvimento de novas capacidades e, conseqüentemente, culminam em novos programas de formação e treinamento.

Depois de ratificado um programa, é desenvolvido o Módulo de Capacidade de Missão, que define os parâmetros para o emprego tático de determinada capacidade. Definido o MCM, os países-membros recebem da OTAN padrões a serem atingidos por módulo.

Essas tropas têm objetivos de adestramento por MCM, os quais são avaliados por inspeções militares através de fiscais da OTAN, que atestam a capacidade avaliada por aquela tropa. Caso não seja aprovada, **aquele país não poderá participar de operações combinadas** da OTAN para aquele MCM específico (OTAN, 2001, grifo nosso).

A OTAN, para cada MCM, estabelece o efeito desejado em cada operação, dentro do conceito de Operações Baseadas em Efeitos (OBE).

O paradigma das Operações Baseadas em Efeitos se opõe à guerra de aniquilação, em que o objetivo é a destruição da estrutura física do inimigo. As OBE devem condicionar o comportamento do adversário, de modo a reduzir sua vontade de lutar por meio de ataques precisos e estrategicamente planejados, evitando a massificação de armas e, conseqüentemente, reduzindo custos de vidas e recursos. (VICENTE, 2007).

Este conceito favorece o princípio da proporcionalidade do Direito Internacional dos Conflitos Armados (DICA), pois possibilita o emprego do poder de combate necessário e suficiente para o cumprimento da missão, conforme o efeito desejado.

A estrutura das OBE tem como base fundamental a capacidade da OTAN em operar em rede (Figura 12). Desta forma, verifica-se que a capacidade em GCR é crítica para o emprego das forças da OTAN.

Com base neste pressuposto, a OTAN estabeleceu o modelo conceitual da *NATO Network Enabled Capability* – NNEC (traduzido por este Autor como “Capacidade de Possibilidade em Rede da OTAN”).

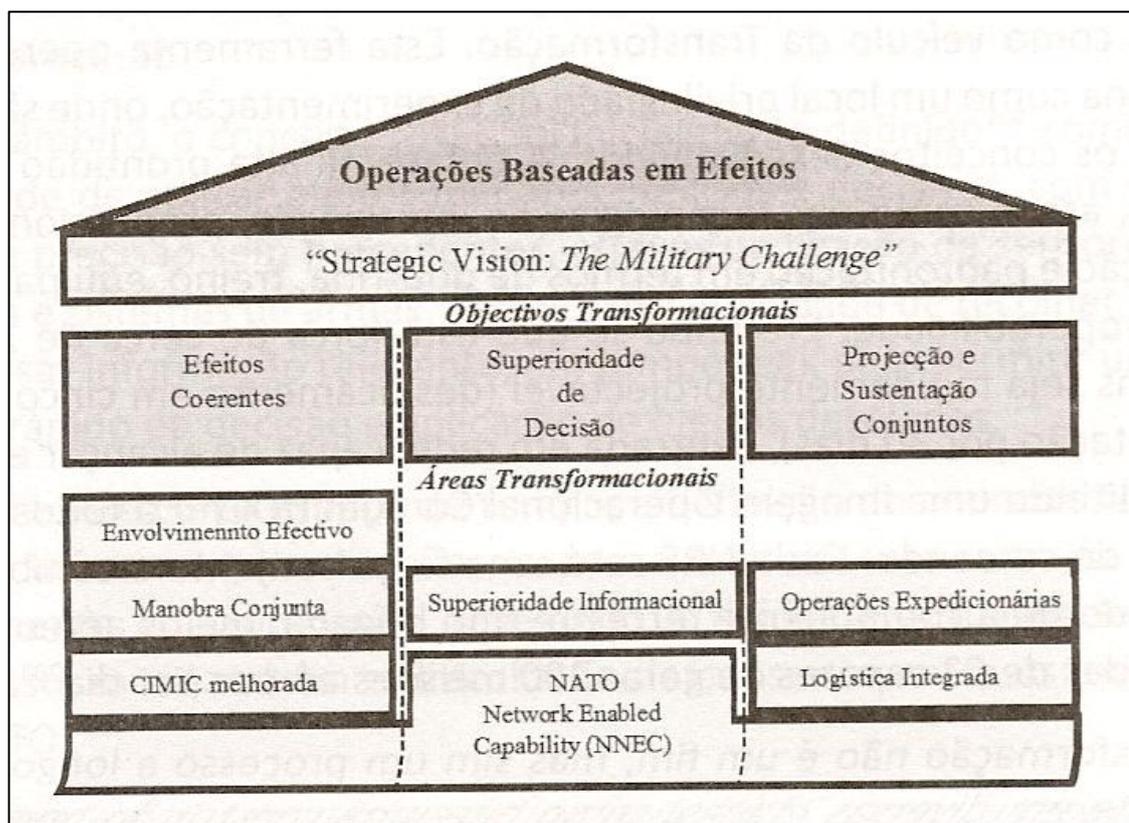


Figura 12 – Estrutura base para a Operações Baseadas em Efeitos.
Fonte: VICENTE, 2007.

Da análise do próprio acrônimo criado pela Organização, verifica-se que houve uma preocupação, por parte da OTAN, em evitar que a rede em si se tornasse o foco principal do conceito de NNEC, como pode ser observado em Vicente:

O termo “enabled” empregado pela OTAN, reflete que uma capacidade é tornada possível ou efetiva, em rede. Embora a distinção seja tênue, reflete a rejeição de rede como aspecto central deste processo. Neste âmbito, o conceito de NNEC foi inicialmente definido como a capacidade de aplicar **efeitos militares precisos e decisivos**⁴², com **velocidade e precisão** sem precedentes, através da ligação de sensores, decisores e sistemas de armas (VICENTE, 2007, p. 91, grifo nosso).

Em função desta premissa, a OTAN definiu a NNEC como “A capacidade da Aliança federar os vários componentes do ambiente operacional, desde o nível estratégico até os níveis táticos, através de uma estrutura de informação em rede”. (OTAN, 2010). O processo de decisão envolvido na NNEC se baseia no ciclo Observar-Orientar-Decidir-Atuar (OODA) (Figura 13), considerando-o como um

⁴² A evolução dos fatores de velocidade e precisão dos sistemas de armas vinculados a sensores é ilustrada pela gradual redução do CEP – *Circular Error Probable* (Erro Circular Provável), apontado por Dunnigan (1996 apud FERREIRA, 2004, p. 45) de mais de 1(um) Km durante a Segunda Guerra Mundial, para 3 (três) metros das atuais JDAM (*Joint Direct Attack Munition*).

processo de Comando e Controle (C²), por meio do qual o comandante sistematiza seu processo decisório.

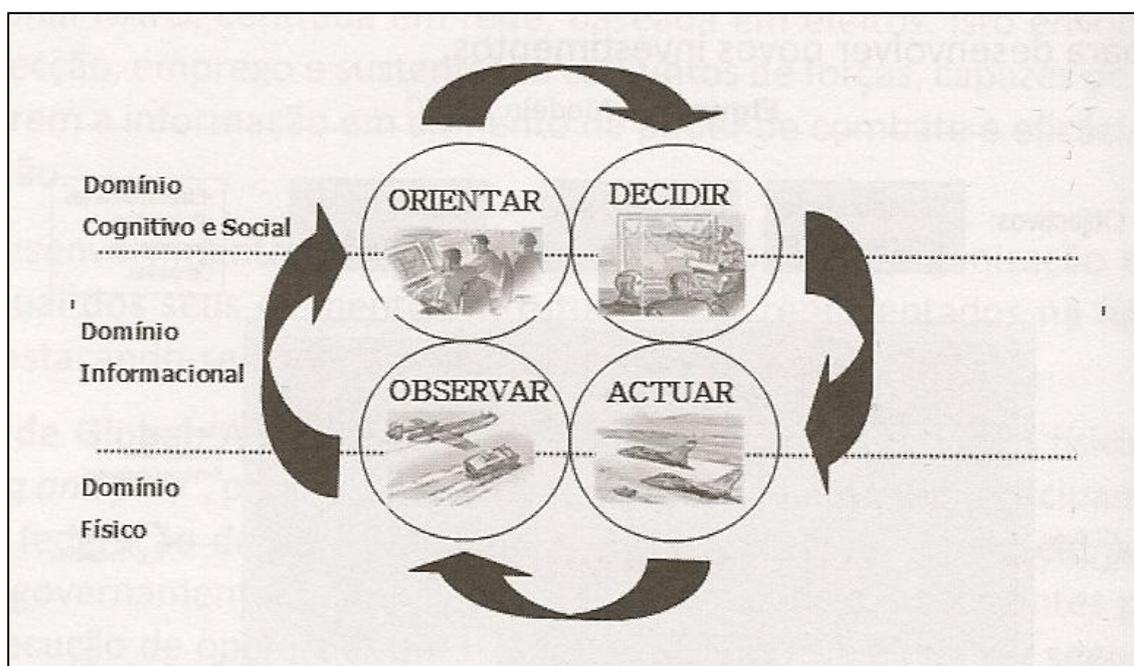


Figura 13 – Os Subprocessos do Ciclo OODA.
Fonte: VICENTE, 2007.

A adaptação do ciclo OODA para as características das operações centradas em rede se baseia na adequação destes conceitos com as Características da Guerra Centrada em Redes, onde o domínio físico é representado pelas plataformas em rede, onde se processam as informações.

O domínio informacional engloba a produção, gestão e divisão da informação nos sistemas de C². Para Vicente (2007), ele pode ser considerado o ciberespaço das operações militares.

Já o domínio cognitivo e social é eminentemente comportamental, onde se englobam a doutrina, a liderança e as interações entre as entidades da força, sendo, assim, a chave para a implementação das operações centradas em rede⁴³.

Feita esta adequação dos domínios, a influência da GCR nos subsistemas do ciclo OODA faz com que eles se revistam de características próprias, objetivando a vantagem decisiva no combate, foco da GCR.

Pra atingir a obtenção da vantagem sobre o adversário, a Figura 14 mostra como a OTAN desenvolveu o processo OODA com a aplicação dos quatro

⁴³ O entendimento da formulação deste processo não influencia diretamente os objetivos deste trabalho. Entretanto, para melhor compreensão, ele está detalhadamente explicado na Parte III de Vicente (2007), onde o autor faz uma profunda análise desta fusão de conceitos.

imperativos básicos característicos da Guerra Centrada em Redes (ALBERTS, 1999):

- “ver” primeiro e mais para atingir a superioridade informacional;
- entender mais rápido para alcançar a superioridade de conhecimento;
- decidir com mais precisão e mais rápido para obter a superioridade de decisão;
- e
- atuar de forma decisiva a fim de obter a superioridade de efeitos através das OBE.

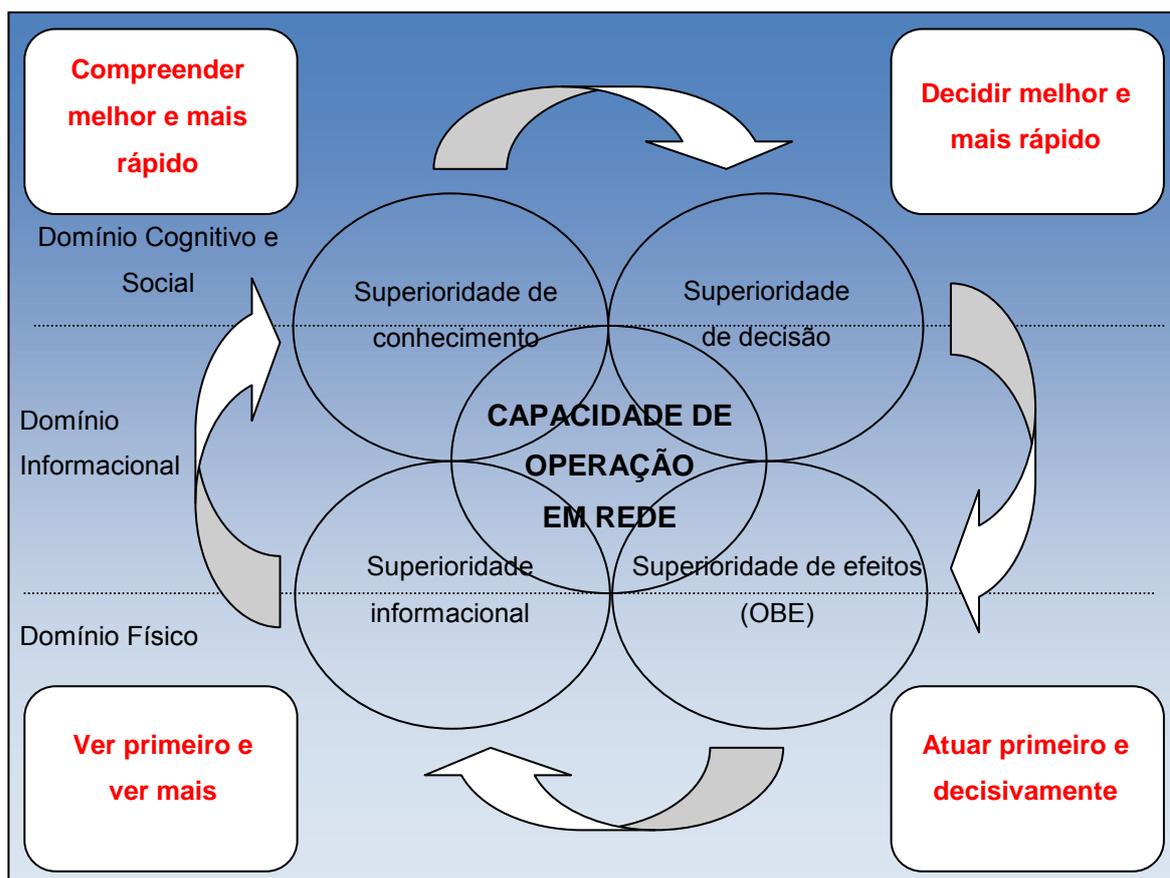


Figura 14 – O Ciclo OODA nos Domínios da GCR. As Operações em Rede e o processo de decisão.

Fonte: Traduzido de Vicente (2007) e adaptado pelo autor.

Da análise da figura anterior, verifica-se que a capacidade de operar em rede permeia os três domínios do processo decisório, bem como depende da superioridade nestes domínios para que possa propiciar vantagens no combate com base na informação.

As ações decorrentes destas superioridades, como decidir melhor e mais rápido e, conseqüentemente, atuar primeiro, se interagem formando um novo ciclo decisório, paralelo ao OODA.

Observa-se, portanto, que a partilha da informação é o fundamento crítico para a obtenção de superioridade de decisão. Para o emprego deste fundamento na Região Amazônica, a integração de sensores, decisores e sistemas de armas (componentes centrais da GCR, já abordados anteriormente) por intermédio da rede, permitem aos comandantes de todos os níveis o acompanhamento e a condução de operações neste ambiente operacional, com melhor controle proporcionado pela consciência situacional.

Apresentado o processo conceitual cognitivo da Guerra Centrada em Rede, ilustrado pela experiência da OTAN, é fundamental que se entenda as necessidades da rede no domínio físico, para que se entenda como funciona uma ligação robusta em rede para uma Força.

3.9 AS EXIGÊNCIAS DO DOMÍNIO FÍSICO DA GCR

Para que o conceito da GCR possa ser utilizado como um multiplicador do poder de combate, através de uma robusta estrutura de compartilhamento físico de dados e de uma rede social composta por pessoas, processos e organizações; se faz necessário o entendimento das vantagens de se ligar uma força em rede.

O *Department of Defense* dos EUA, por intermédio do *Command and Control Research Program*, elaborou quatro princípios motivadores da ligação em rede (Figura 15), encadeados em uma sequência lógica (ALBERTS, 1999):

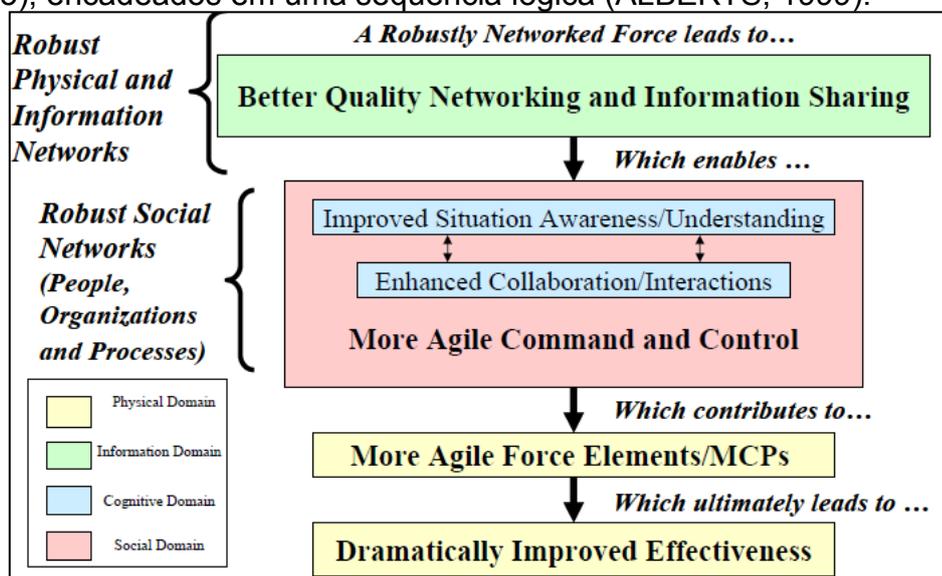


Figura 15 – A lógica dos princípios motivadores do conceito de Guerra Centrada em Redes.

Fonte: VICENTE, 2007.

Da análise da figura anterior e segundo Alberts (1999), os princípios da GCR são:

- (1) Uma força robustamente ligada em rede melhora a partilha da informação (predominância do domínio físico);
- (2) A partilha da informação e colaboração melhoram a qualidade daquela e possibilitam a consciência situacional partilhada (predominância do domínio informacional e social);
- (3) A consciência situacional partilhada permite a auto-sincronização, aumentando a velocidade de comando; e
- (4) Como resultado final, aumenta-se a **efetividade da missão** (grifo nosso).

Este último princípio, da efetividade da missão, está diretamente ligado ao domínio físico da rede, pois utiliza todas as ferramentas anteriores para cumprir a missão por meio dos sistemas de armas e distribuição de pessoal, concentrando efeitos sem a necessidade de concentrar forças, pois a rede permite que estas estejam geograficamente dispersas.

Por estarem ligadas, as forças podem operar em escalões menores, possibilitando uma logística menor e deslocamentos mais rápidos. Por exemplo, um grupo de combate pode abrir mão de um maior nível de blindagem física em função da consciência situacional, pois sabe exatamente onde está o inimigo e suas possibilidades. Desta forma, é bem menos provável que este grupo de combate seja surpreendido no campo de batalha. Esta capacidade proporcionada pela ligação em rede pode ser chamada de blindagem lógica.

Para que esta realidade seja possível no domínio físico, todo sistema deve estar apoiado em *hardwares* e *softwares* capazes de transitar as informações com segurança, rapidez e confiabilidade. A título de ilustração, serão apresentados como exemplos destes tipos de componentes: um gateway de C^2 (componente essencial) e um sistema de Rádio Definido por Software (RDS) (componente complementar).

3.9.1 A Estrutura de Gateway de C^2 para a Guerra Centrada em Redes: o Modelo de Israel

Ao analisar a história, observa-se que as inovações militares afetam a balança de poder a cada época, mas não existem armas ou tecnologias decisivas

(LAMBAKIS⁴⁴, 2004, p.5). As vantagens obtidas são temporárias e, com o advento de novas tecnologias, a assimetria é restabelecida.

A supremacia tecnológica tem sido um objetivo crucial para os países desenvolvidos. Os Estados Unidos da América, em especial, tentam preservar sua superioridade tecnológica, fazendo da transferência de tecnologias de defesa um ponto de discórdia com seus aliados. (VICENTE, 2007, p. 120).

Em função desta postura, os outros países desenvolvem sua própria doutrina para atuar em rede⁴⁵, já que este requisito é fundamental para a participação em coligações e organizações internacionais.

Como a tecnologia de Comando e Controle, em particular, é considerada sensível em termos de domínio público, vários países têm trabalhado no sentido de desenvolver tecnologias proprietárias para a ligação das suas forças em rede.

A pesquisa destes sistemas é cercada por uma cortina de sigilo, já que o seu desenvolvimento não só demanda um alto investimento financeiro, bem como proporciona ao seu detentor uma singular vantagem operacional no conflito.

Como exemplo, Israel desenvolveu através da empresa *Rafael Advanced Defense Systems LTD.*, um sistema de C⁴I em rede (Figura 16), possibilitando operações centradas em rede por meio da comunicação por VOIP⁴⁶ (*Voice Over Internet Protocol*).

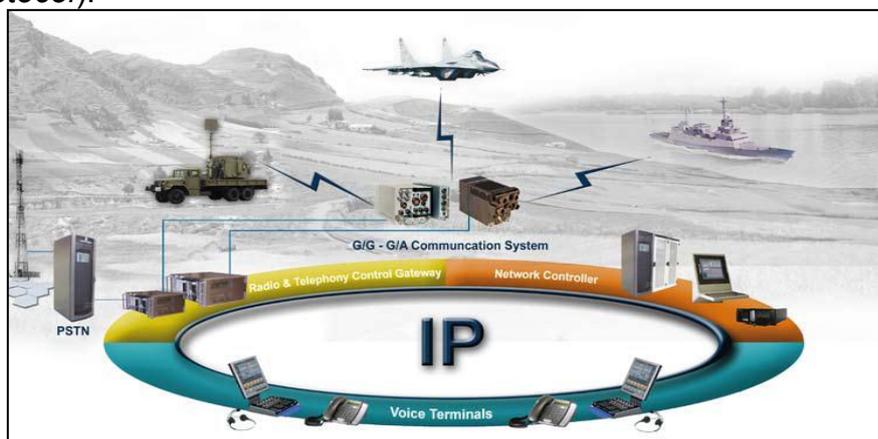


Figura 16 – Visão Geral do sistema de C⁴I em rede utilizado por Israel.
Fonte: Converged VOIP-Based Communication for NCW

⁴⁴ Steven J. Lambakis é analista sênior de estudos políticos do Instituto Nacional de Políticas Públicas dos Estados Unidos da América.

⁴⁵ Países adotam nomes diferentes para suas doutrinas de Guerra Centrada em Redes, apesar de denominações diferenciadas, os conceitos fundamentais são os mesmos.

⁴⁶ O VOIP, ou Voz Sobre IP, é caracterizado pela conversão de voz em pacotes digitais com o padrão do protocolo de internet, de modo que possam ser transmitidos via rede mundial de computadores, utilizando sua estrutura já existente.

Para operacionalizar este sistema, foram desenvolvidos gateways (roteadores) e terminais de voz/dados (Figuras 17 e 18) com multibanda, capazes de proporcionar a comunicação entre diferentes redes rádio, aparelhos telefônicos e outros sistemas de comunicação. Cabe ressaltar que este processo foi utilizado no desenvolvimento do Módulo de Telemática Operacional do Exército Brasileiro.



Figura 17– Gateway de conversão de sinais rádio em pacotes IP.

Fonte: Converged VOIP-Based Communication for NCW - Rafael Communications, 2010, p. 2.



Figura 18 – Terminal do usuário com display de integração de sistemas de comunicações.

Fonte: Converged VOIP-Based Communication for NCW, 2010, p. 2.

Estes equipamentos foram expostos em 2009 na *Latin America Aerospace and Defense* (LAAD), feira internacional de equipamentos de defesa, realizada bianualmente na cidade do Rio de Janeiro (Figura 19). Este gateway possibilita a conversão de sinais de radiofrequência, qualquer que seja a modulação ou faixa, em pacotes de dados em IP (*Internet Protocol* – protocolo de internet). Assim, estes pacotes podem ser transmitidos utilizando a estrutura da própria internet com a velocidade e rotas alternativas proporcionadas por este estrutura informacional.

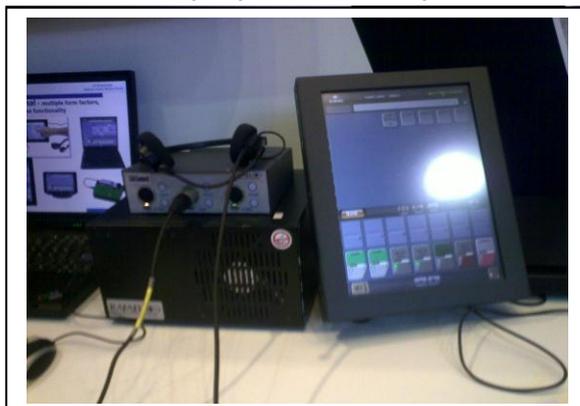


Figura 19 – Modelo de Gateway de conversão de sinais rádio em pacotes IP em exposição na LAAD - 2009.

Fonte: Do Autor

A segurança deste sistema está apoiada no sistema de criptografia do pacote de dados, utilização de smart-cards e leitores biométricos (RAFAEL, 2009, p.4). O gateway pode ser programado com diferentes módulos de recepção de radiofrequência. Por se tratar de um sistema de C² carregado em tecnologia, os detalhes mais relevantes não estão disponíveis para o domínio público⁴⁷.

Entretanto, para que o gateway permita a comunicação entre dois pontos, estes devem falar do mesmo tipo de terminal, pois a decriptografia do pacote de VOIP, quando chega ao seu destino, faz com que o sinal tenha as mesmas características do equipamento de origem, o que faz necessário que o receptor seja um aparelho idêntico a este (LIMA, 2009).

Para que esta tecnologia possa ser aproveitada de forma ideal, outro conceito deve ser entendido: o Rádio Definido por Software (RDS). O RDS possibilita o fluxo de informações independente dos tipos de terminais de informação.

3.9.2 O Conceito de Rádio Definido por Software e sua Relevância para a GCR

A definição de Rádio Definido por Software, ou Rádio por Software Definitivo – *Ultimate Software Radio* (USR) foi concebida pelo fórum SDR⁴⁸:

O Fórum SDR define o rádio por software definitivo – *Ultimate Software Radio* (USR) – como um rádio que aceita o tráfego e o controle de informação completamente e que suporta uma longa variação de frequência, interfaces aéreas e software de aplicações. (CARVALHO, 2004, p. 3).

O Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América buscou desenvolver o Rádio Definido por Software, em função da necessidade de integração das várias interfaces existentes nos seus sistemas de Comando e controle (CARVALHO, 2004, p.1).

O Exército Norte-americano, durante a operação *Tempestade no Deserto*, observou que suas operações de combate estavam sendo dificultadas porque seus

⁴⁷ Além das plataformas de Comando e Controle serem consideradas segredos de estado, as empresas que as desenvolvem também preservam suas tecnologias em função dos recursos gastos com a sua concepção.

⁴⁸ O fórum SDR foi criado em 1996, sob a denominação inicial de *MMITS Forum (Modular Multifunctions Information Transfer System)*, com o objetivo de acelerar o desenvolvimento e utilização de rádios definidos por software, bem como definir a arquitetura para sistemas sem fio. Fonte: CARVALHO, 2004, p. 2.

rádios não eram interoperáveis com os rádios dos aliados e até mesmo com alguns dos seus próprios rádios.

Para estabelecer esta interoperabilidade, foi necessário desenvolver rádios que interagissem em várias faixas de frequência diferentes por meio da alteração de software, sem modificar o hardware. Em consequência, aumenta-se a vida útil dos componentes e resulta em uma melhor relação custo-benefício.

Apesar de ter iniciado o processo de desenvolvimento em 1970, o DoD só desenvolveu seu primeiro rádio programável em 1992, o *SPEAKeasy*. Entretanto, este equipamento apresentou diversos problemas de interoperabilidade, em função da limitação tecnológica da época.

Desde 1997, está em operação o *SPEAKeasy II* (Figura 20), que foi testado em exercícios da Task Force XXI, onde foi capaz de se comunicar com diferentes bandas de radiofrequência em plataformas diversas, sendo capaz, ainda de comutar links de telefone comercial, com a adaptação de um notebook (VIDANO, 1997, p. 4).

O teste realizado com o *SPEAKeasy II* revelou uma das mais importantes características de um rádio por software: a escalabilidade. O *SPEAKeasy II* foi capaz de somar novos módulos, tanto em hardware quanto em software.

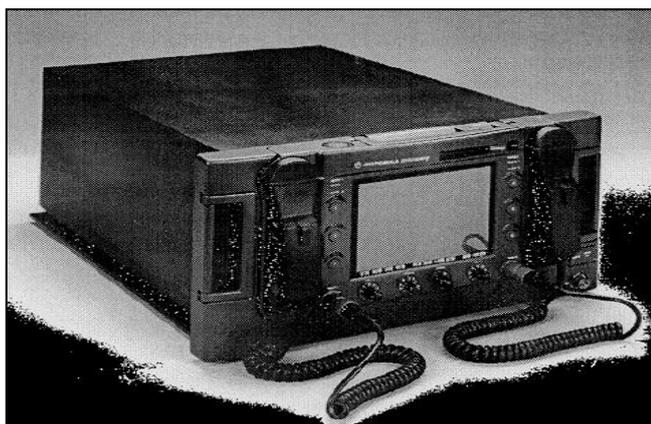


Figura 20 – Equipamento Rádio ESPEAKeasy II.
Fonte: (CARVALHO e KOMURA, 2004)

Para destacar a importância do assunto, em 1996 foi firmado um entendimento entre a Alemanha, Estados Unidos, França e Inglaterra para desenvolver e avaliar tecnologias de rádio relevantes aos sistemas de rádios táticos. Em 1998, padronizações foram implementadas e, durante um teste de campo, por um período de 8 horas, a interoperabilidade entre os protótipos foi alcançada (LIMA, 2009, p. 2).

Do exposto, percebe-se que a capacidade de RDS complementa o sistema de gateway de Guerra Centrada em Rede, já que resolve o problema do gateway de necessitar do mesmo tipo de terminal nos dois pontos de comunicação em ligação, além de proporcionar mais flexibilidade e economia de recursos.

É importante ressaltar, ainda, que esta tecnologia deve ser considerada como desejável para que se possa proporcionar a interoperabilidade entre as Forças Armadas, condicionada pela Estratégia Nacional de Defesa vigente. Cabe, ainda, acompanhar a evolução da pesquisa desse importante assunto.

3.10 O PROGRESSO BRASILEIRO NO CAMPO DA GCR

Para que o Brasil possa atingir a capacidade de atuar em rede, prevista na END, a indústria e centros de pesquisa bélicos nacionais trabalham no desenvolvimento de sistemas que possibilitam a atuação em rede, a fim de permitir a interoperabilidade entre as Forças.

Como exemplo deste tipo de equipamento, o Centro Tecnológico do Exército (CTEx), desenvolve, por meio do Grupo Finalístico de Comando e Controle, estabelecido pelo SIPLEx, um sistema de comunicação apoiado em gateway para ser a base do Sistema de Comando e Controle da Força Terrestre (SC²FTer), com base no módulo de combate do Escalão Brigada. Os requisitos operacionais básicos deste sistema, estabelecidos pela Portaria Nr 032, do Estado-Maior do Exército, de 19 de maio de 2003, são definidos em duas modalidades: absolutos e desejáveis.

Como requisitos absolutos, relevantes para este trabalho, destacam-se, entre outros, o emprego do rádio como ponto de acesso à rede tática, a possibilidade de transmissão e voz e texto, a integração com outros sistemas de Comando e Controle, visualização gráfica do terreno e dimensões que permitam seu transporte por embarcações fluviais (BRASIL, EME, 2003).

Assim, verifica-se a importância dispensada à integração de sistemas de C2 em todos os níveis de comando (requisito para a doutrina de guerra Centrada em Redes), bem como a adaptação destes sistemas em embarcações para a navegação fluvial, escopos deste trabalho.

3.10.1 O Módulo de Telemática operacional: o Primeiro Passo

O Sistema de Comando e Controle em Combate se destina ao comando e controle de GU valor Brigada e seu protótipo foi entregue em abril de 2006 para o Batalhão Escola de Comunicações (Figura 21), orgânico da 9ª Brigada de Infantaria Motorizada. Essa primeira versão, experimental, oferece conectividade entre os Comandos da Brigada, dos Batalhões e das Subunidades (SALOMÃO, 2006).



Figura 21 – Sistema de C² nível Brigada.
Fonte: SALOMÃO, 2006.

O comando de pelotões está sendo implementado na segunda versão, que já se encontra em estágio avançado de desenvolvimento. As funcionalidades do Sistema C² em combate mais relevantes a serem citadas são: transmissão de ordens e verificação de seu cumprimento; acesso às informações logísticas das frações envolvidas no combate; acompanhamento da batalha no terreno por meio de cartas digitais ou fotografias aéreas; e transmissão de dados por satélite. Estas funcionalidades atendem alguns dos Requisitos Operacionais Básicos impostos pelo Estado-Maior do Exército.

Menos de 10 países detêm tecnologia militar similar no que se refere à velocidade e precisão das comunicações e à eficácia para as operações em combate. Nesse sentido, a Força Terrestre está buscando níveis comparáveis aos dos Exércitos mais avançados do mundo (SALOMÃO, 2006).

Em março de 2009, o Grupo de Comando e Controle (GC²) do CTEX desenvolveu o primeiro protótipo do Módulo de Telemática Operacional (MTO). O MTO é composto por um shelter embarcado em uma Viatura de Comando e Controle (VCC) de alta mobilidade (COSTA, 2009). Os equipamentos de comunicações e computação são acondicionados em módulos robustecidos no interior do shelter (Figura 22).



Figura 22 – Módulo de Telemática Operacional.
Fonte: COSTA, 2009.

O MTO permite a comunicação de dados, voz e imagens no campo de batalha. Foi construído para ser operado tanto completamente embarcado, como

parcialmente embarcado ou desembarcado da VCC (Figura 23), esta especialmente desenvolvida para proporcionar flexibilidade e mobilidade às operações militares.



Figura 23 – Viatura de Comando e Controle.
Fonte: COSTA, 2009.

O sistema desenvolvido para o MTO possibilita dotar as comunicações militares via rádio de pleno acesso à rede pública de telefonia fixa ou celular, transmitir vídeos a quilômetros, disponibilizar internet até 100km de distância da base de operações, utilizar tecnologia VoIP e integrar-se a qualquer cenário remoto através de sistemas de comunicação via satélite. Admite redes sem fio distantes entre si, possuindo ainda rotas de comunicações redundantes e seleção automática da rota mais eficiente (COSTA, 2009).

A VCC, cuja concepção, detalhamento técnico e especificações foram realizados pelo CTEEx, utilizou como plataforma base uma viatura da Agrale para sua integração com o MTO (Figura 24), que foi adaptada para receber os MTO robustecidos, os monitores e todos os acessórios necessários para o emprego do módulo. Entretanto, é importante salientar que o Módulo de Telemática Operacional foi desenvolvido de modo que possa ser utilizado fora da VCC, o que proporciona flexibilidade de emprego, já que, caso a Viatura passe a indisponível, o MTO pode manter as comunicações em funcionamento.

A engenharia do sistema foi integralmente desenvolvida pelo GC² do CTEEx. Está previsto o desenvolvimento de mais oito VCCs semelhantes a este primeiro

protótipo de MTO, conjunto este que foi concebido para dotar uma brigada inteira, aí incluídas mochilas militarizadas para os postos de companhia (SALOMÃO, 2006).



Figura 24 – Interior da Viatura de Comando e Controle adaptado para receber e operar o MTO.
Fonte: COSTA, 2009.

Este equipamento representa um salto evolutivo nos sistemas de Comando e Controle em uso na atualidade pelo Exército Brasileiro, e seu futuro emprego em operações militares contribuirá para a flexibilidade e a robustez necessárias aos cenários modernos de comunicações no campo de batalha.

Assim, verifica-se que os Requisitos Operacionais Básicos desejados para a concepção do sistema de C² nível Brigada atendem às imposições da END, no que se refere à necessidade de atuação em rede. Entretanto, o módulo Brigada atende plenamente a este imperativo somente no âmbito da Força Terrestre e somente até este Escalão.

Desta forma, deve ser dada a devida continuidade na pesquisa em tecnologia, para o desenvolvimento de equipamentos para comporem a estrutura informacional da rede e o emprego em treinamentos simulados⁴⁹.

⁴⁹ A simulação de combate é tudo o que pode ser feito em tempos de paz, pois a experimentação precisa só é possível no contexto do combate real (GOMES, 2002). Assim, segundo o STRICOM (*Simulation, Training and Instrumentation Command*) – Comando de Instrumentação, Treinamento e Simulação do Exército dos Estados Unidos, “Tudo é simulação, menos a guerra!”. Maiores informações no portal www.stricom.army.mil.

3.11 A GCR E SEU EMPREGO NA AMAZÔNIA

Como este conceito pode ser utilizado na Amazônia? Em virtude das características fisiográficas da Região Amazônica, como amplitude territorial, a alta densidade da floresta, a capilaridade fluvial e dificuldade de locomoção terrestre, a ação de pequenos escalões de combate embarcados se apresenta como o meio mais adequado para o emprego de tropas na Amazônia. Estes aspectos serão aprofundados em capítulo específico neste trabalho.

Em consequência, o espaçamento geográfico que a imensidão da floresta amazônica impõe para as tropas que nela operam, faz da capacidade de auto sincronização e rápida tomada de decisões uma característica necessária em função da dispersão geográfica das tropas. Logo é fundamental que estes escalões estejam ligados em rede não só com o escalão superior, mas entre si.

Para tornar real este cenário, a pesquisa e desenvolvimento de tecnologias tem papel fundamental para que o Exército Brasileiro possa atingir este patamar de capacidades. Neste contexto, faz-se necessário envidar esforços no sentido de estabelecer um sistema de Comando e Controle eficaz que possibilite a coordenação de ações no ambiente amazônico, com tropas geograficamente dispersas, a necessidade de acompanhamento centralizado por parte do comando e que, principalmente, seja capaz de reduzir a permeabilidade das fronteiras por meio de sensores, atuadores e decisores.

Logo, delineiam-se os componentes da Guerra Centrada em Redes como requisitos decisivos para o C² na Região Amazônica. Portanto, a manutenção da soberania da Amazônia, como prioridade da Estratégia Nacional de Defesa, será bastante favorecida pela implantação de um sistema informacional robusto e eficaz, estruturado em rede, que possa dar suporte à decisão em todos os escalões.

A capilaridade deste sistema pode usar da Navegação Fluvial Militar como elemento de combate chave para o controle e distribuição dessa rede, pois o poder de penetração e a eficiência das embarcações no interior da Amazônia, são superiores aos demais meios de transporte utilizados naquela região.

Neste contexto, a navegação fluvial se apresenta como uma das principais ferramentas para a integração das diretrizes estratégicas do Estado Brasileiro com a doutrina de GCR, apresentada neste capítulo, para o emprego de tropas na Região Amazônica.

3.12 CONCLUSÃO PARCIAL

Neste capítulo ficou evidenciada a importância da Guerra Centrada em Redes na evolução da Doutrina Militar em todo cenário mundial. Os principais exércitos do mundo e coligações militares, como a OTAN, já adotam este conceito na atualização dos seus princípios de treinamento, sistemas de armas e emprego⁵⁰.

A primeira Guerra do Golfo foi o ponto de inflexão do desenvolvimento de novas doutrinas militares, quebrando os padrões de combate da época da Guerra Fria. O emprego de novos armamentos cada vez mais avançados tecnologicamente, ao longo da história, sempre mudou algumas características do combate.

Os conceitos que permeiam a doutrina de Guerra Centrada em Redes quebram paradigmas dos domínios da guerra até então (cognitivo, informacional e físico), pois a estrutura em rede proporcionada pela tecnologia modifica suas abordagens, em função da era da informação, criando novos desafios estratégicos para a implementação dos atuais cenários de domínios (Figura 25).

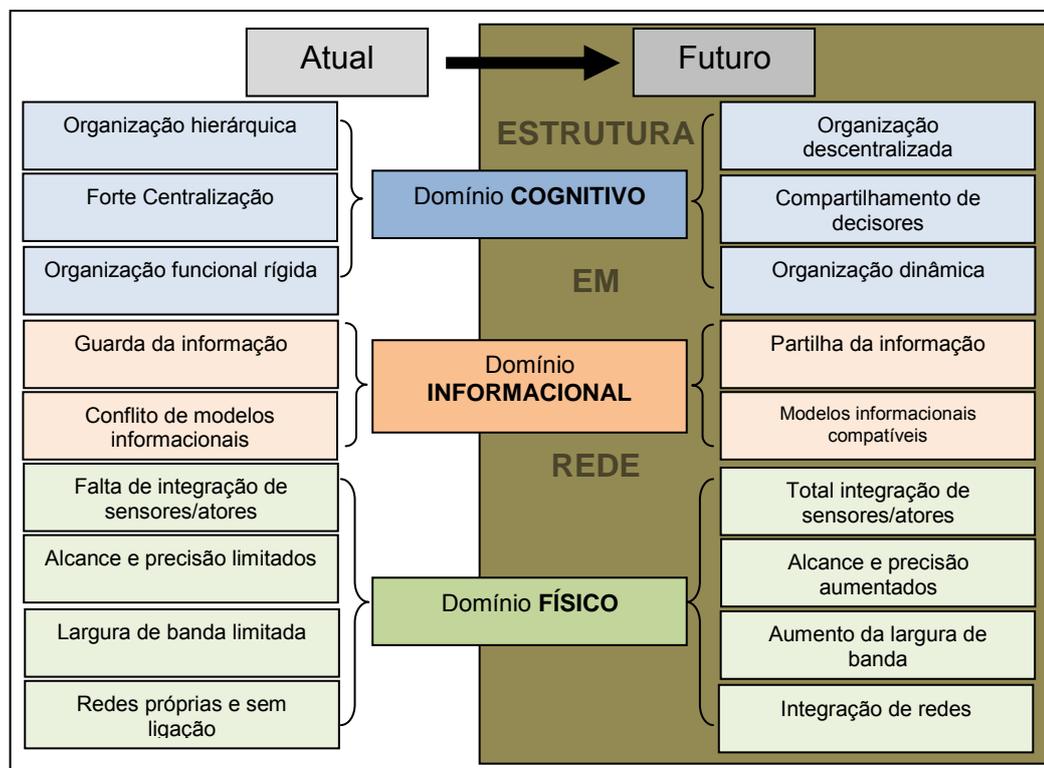


Figura 25 – Desafios estratégicos da Guerra Centrada em Redes.

Fonte: Traduzido e adaptado pelo autor de Vicente (2007).

⁵⁰ A comunidade internacional está atribuindo uma grande importância à GCR como requisito operacional das suas Forças armadas. Apesar de proximidade de conceitos, os países adotam diferentes denominações para esta doutrina, tais como: *Network Centric Warfare* – Estados Unidos; *Network Enabled Capability* – Reino Unido; *Network Enabled Operations* – Canadá; e *Network Based Defense* – Suécia (VICENTE, 2007).

A formulação de novas doutrinas militares, no caso das atreladas ao conceito de GCR, está vinculada ao desenvolvimento de tecnologias que deem suporte técnico necessário para seu emprego. *Gateways* de integração de sistemas de C² em rede, como o modelo israelense apresentado neste capítulo, vem sendo o foco tecnológico do momento no Comando e Controle dos principais países do mundo.

No Brasil, o Exército Brasileiro, por meio do Departamento de Ciência e Tecnologia, e particularmente através do CTE_x, vem trabalhando para reduzir o hiato tecnológico que existe entre a doutrina da Guerra Centrada em Rede e as reais possibilidades da Força Terrestre.

O MTO é a proposta mais recente para atingir a capacidade de atuar em rede. Em constante estudo, experimentação e acompanhamento da evolução tecnológica dos seus componentes, o CTE_x vem agregando características específicas ao MTO para seu emprego como *gateway* de um C² em rede, tais como a segurança criptográfica e multiplicidade de usuários. Um problema do MTO é a limitação da utilização de sistemas de comunicações afins na interligação de chamadas. Esta vulnerabilidade seria reduzida com o desenvolvimento de um módulo de RDS para o MTO, que daria maior flexibilidade ao *gateway*, à medida que permitiria a comunicação entre quaisquer sistemas previamente programados.

Sob o escopo da doutrina, para atender às diretrizes da END voltadas para a Amazônia, o suporte de um sistema de Comando e controle em rede é imprescindível. Suas características fisiográficas, riquezas naturais e valor estratégico implicam em um grande investimento por parte do Exército Brasileiro, não só em material e pessoal, mas em pesquisa, doutrina e treinamento, a fim de adequar as capacidades da Força Terrestre com as peculiaridades da Amazônia e as tecnologias empregadas no combate moderno.

Quanto às comunicações militares na selva amazônica, por exemplo, as condições da região demandam o emprego de diferentes meios, em função do escalão. Exemplificando, para o transporte de tropas, não bastassem os meios aéreos e aquaviários, dentro destes últimos, nas vias fluviais há o movimento de embarcações da Marinha do Brasil, do Exército e civis (que podem ser mobilizadas em caso de conflito⁵¹).

⁵¹ O processo de mobilização de meios civis pelo Exército Brasileiro, públicos ou privados, para operações militares, está regulado pela Portaria Nr 216 – DGP, de 3 de Setembro de 2009 – Diretriz Setorial de Planejamento de mobilização dos Recursos Humanos.

Estes meios utilizam, atualmente, sistemas de comunicações incapazes de falarem entre si. Isto implica na necessidade de atualização destes meios para que pudessem atuar em rede em operações conjuntas, atendendo, desta forma, o que prescreve a Estratégia Nacional de Defesa.

Cabe ressaltar, ainda, que a dificuldade de interoperabilidade também ocorre dentro dos próprios equipamentos rádio empregados pela Força Terrestre entre seus escalões e os meios de navegação fluvial.

Para as comunicações da Navegação Fluvial Militar do Exército Brasileiro, a fim de solucionar esta insuficiência, a utilização de um equipamento com a tecnologia RDS possibilitaria que um rádio atendesse ao mesmo tempo as características da região Amazônica e à interoperabilidade na atividade de Comando e Controle da Navegação Fluvial Militar do Exército Brasileiro.

Os requisitos tecnológicos passam a ter um papel fundamental na evolução das Forças Armadas. Considerando que o Brasil deseja se destacar no contexto das nações, a projeção do poder militar brasileiro ainda é pouco relevante. Ou seja, a nação está, ainda, alguns passos atrás em termos de tecnologia militar, pois apesar de se estudar novas doutrinas de emprego e o *modus operandi* dos países desenvolvidos quanto ao combate, o Brasil precisa alcançar a evolução tecnológica suficiente para poder elaborar sua doutrina e/ou avaliar, por meio de treinamentos, o emprego de doutrinas externas por nossas Forças Armadas.

Para que de obtenha um novo patamar tecnológico em tecnologia de Defesa, que quebre com os padrões vigentes, ao Brasil cabe direcionar esforços e investimentos a fim de, primeiramente, determinar com precisão as necessidades e possibilidades do setor de Defesa e, em seguida, estabelecer objetivos focados nos elementos determinados.

Conclui-se parcialmente, portanto, que para alcançar a capacidade tecnológica alçando o Brasil ao nível das Nações desenvolvidas, no caminho da Revolução em Assuntos Militares, há que se investir em pesquisa no sentido de se determinar trajetórias tecnológicas que conduzam a novos paradigmas tecnológicos. Todos estes conceitos serão explorados no capítulo seguinte deste trabalho.

A TRANSFORMAÇÃO DA TECNOLOGIA MILITAR E O NOVO PARADIGMA TECNOLÓGICO: REFLEXOS PARA O FUTURO DO EXÉRCITO BRASILEIRO

“Há um modo melhor de fazê-lo – encontre-o!”
(Thomas A. Edison, 1919)

A evidente liderança dos Estados Unidos em tecnologia militar, particularmente nas duas últimas décadas, vem conduzindo profundas evoluções doutrinárias, não só nas suas forças armadas, mas também no modo de combater do século XXI em todo mundo.

Ao longo da década de 1990⁵², um novo pensamento militar foi gradativamente construído, sendo este testado na Primeira Guerra do Golfo e em Operações de Imposição ou Manutenção de Paz.

Este processo tem sido denominado de Revolução em Assuntos Militares – RAM (*Revolutions in Military Affairs* – RMA). A RAM é a mola propulsora que move o desenvolvimento de sensores, sistemas de armas, processamento de informações e tantas outras tecnologias voltadas para o combate moderno.

A exploração da RAM requer não somente a inovação tecnológica, pois esta é apenas a ferramenta que possibilita a proposta de novos conceitos para a aplicação militar, ou seja, a inovação militar. De posse da tecnologia, a RAM é consubstanciada, segundo a *Quadrenial Defense Review* (ESTADOS UNIDOS, 2001 apud FERREIRA, 2004, p. 28), principalmente pelo desenvolvimento de conceitos operacionais, a execução de adaptações organizacionais, treinamento e experimentação, para transformar as forças militares do País.

Logo, a influência da tecnologia na RAM acarreta a uma mudança de paradigma na condução das operações militares, com o desenvolvimento de novas doutrinas. O conceito de RAM é assim definido por Hundley:

Uma RAM envolve uma **mudança de paradigma** na natureza da condução de operações militares que:

- torna absoluta ou irrelevante uma ou mais competências chaves de um ator dominante;
- cria uma ou mais competências em alguma nova dimensão do combate;
- ou ambos. (HUNDLEY, 1999 apud FERREIRA, 2004, p. 28, grifo nosso)

Ao fazer uma análise da evolução tecnológica, verifica-se que as contínuas mudanças que ocorrem no mundo, relacionadas ao progresso, decorrem da quebra de paradigmas tecnológicos, através das suas trajetórias tecnológicas.

⁵² O marco do início deste processo foi a derrocada do sistema socialista, com a queda do muro de Berlim, em 1989.

O entendimento do conceito de paradigma tecnológico, desenvolvido pelo Economista Italiano Giovanni Dosi, sua influência direta nas RAM e sua aplicabilidade para o futuro do Exército Brasileiro são fundamentais para relacionar estes assuntos, que serão abordados transversalmente com a concepção estratégica brasileira e a Guerra Centrada em Redes, temas já explorados nos capítulos anteriores.

Para ilustrar os conceitos de inovações, trajetórias e paradigmas tecnológicos, além do suporte teórico, será apresentado o estudo de caso histórico da produção de combustíveis sintéticos⁵³.

É observada a estreita ligação da GCR com a RAM e o conceito de Paradigma Tecnológico e, conseqüentemente, sua relevância para a consecução dos objetivos definidos pela Estratégia Nacional de Defesa.

São, ainda, abordados conceitos oriundos de lições aprendidas pelo exército dos EUA, em especial nos conflitos do Iraque e Afeganistão, que tem características semelhantes às condicionantes do emprego de tropas na Região Amazônica.

Portanto, estas vertentes são focadas neste capítulo, a fim de estabelecerem a base conceitual a ser aplicada na proposta de direções e parâmetros a serem estabelecidos para as comunicações da navegação fluvial na Amazônia, que é o objetivo final deste trabalho.

4.1 AS RAM E A TRANSFORMAÇÃO DA GUERRA: A INFLUÊNCIA DA TECNOLOGIA NA EVOLUÇÃO DO COMBATE

Segundo Lothar Ibrügger⁵⁴, a maioria dos analistas militares concorda que os avanços na tecnologia militar requerem uma necessária reavaliação e revisão dos conceitos operacionais a fim de garantir que toda vantagem possa dela ser explorada (IBRÜGGER, 1998).

Ao longo da história, observa-se que a evolução tecnológica tem profundos reflexos no modo de combater. Neste contexto, a Guerra do Golfo foi o ponto de inflexão no uso de novas tecnologias de combate, onde a utilização da tecnologia da

⁵³ Abordado no 2º Congresso Brasileiro de Petróleo e Gás, realizado em 2003.

⁵⁴ O Sr. Lothar Ibrügger ocupava, até 2008, a cadeira de Presidente do Comitê de Ciência e Tecnologia da Assembléia Parlamentar da OTAN.

informação foi pela primeira vez vista no seu apogeu, o que fez emergir um novo grupo de analistas militares (METZ e KIEVIT, 1995, p. 3). O exército norte-americano, ao analisar os efeitos e consequências deste combate para sua doutrina, passou a chamar esta mudança gerada pela tecnologia de Revolução nos Assuntos Militares. Andrew Marshall, chefe do escritório de avaliação de rede do Departamento de Defesa dos estados Unidos, assim definiu a RAM:

A Revolução nos Assuntos Militares é uma grande mudança na natureza do combate proporcionada pela aplicação inovadora de novas tecnologias que, combinadas com dramáticas mudanças na doutrina e em conceitos organizacionais e operacionais, altera fundamentalmente o caráter e a condução das operações militares (MARSHALL, A., 1995, apud IBRÜGGER, 1998, p.1, tradução do autor).

Autores divergem sobre os momentos críticos que constituem as RAM. Uma parte os associam à mudança da natureza da sociedade: agrária, industrial e informacional. Outros identificaram até 14 (catorze) pontos de inflexão diferentes (IBRÜGGER, 1998).

Entretanto, há o consenso de que a tecnologia por si só é insuficiente para gerar uma verdadeira RAM. Por exemplo, no início da II Guerra Mundial, a concepção doutrinária inovadora da Alemanha no uso integrado das comunicações entre as forças terrestres e aéreas contribuíram para derrotar as forças francesas e britânicas, equipadas com tecnologia similar.

Assim, para a RAM, a concepção de emprego operacional é tão importante quanto a tecnologia. O uso de sofisticados sistema de vigilância, reconhecimento e inteligência, como o AWACS (*Airborne Warning and Control System*), o JSTARS (*Joint Surveillance Target Attack Radar System*), os VANT (Veículos Aéreos Não Tripulados) e de sistemas de comunicações integrados em rede proporcionaram uma tremenda vantagem tática a favor da coalisão (IBRÜGGER, 1998).

De 1995 a 1997, o Exército dos Estados unidos conduziu um longo debate com a comunidade de defesa em torno do estabelecimento de parâmetros em áreas diversas (doutrina, material, pessoal, entre outras) que definiriam o programa *The Army After Next* (O próximo Exército – tradução do autor).

Esse estudo definiu objetivos com escopos em “forças potenciais” a serem priorizadas no exército americano: forças de choque móveis, forças de assalto avançadas, forças leves, entre outras (MATSUMURA, STEEB, *et al.*, 1997). Esses objetivos definiram muitas das necessidades a serem atingidas por meio da pesquisa e desenvolvimento tecnológicos.

As direções correntes das pesquisas em tecnologia de emprego militar foram divididas, por Sullivan e Dubik (1993), em categorias. São elas:

- Grande letalidade;
- Acréscimo do volume e precisão do fogo;
- Maior integração da tecnologia proporcionando o aumento da eficiência e efetividade;
- Ampliação da habilidade de pequenas unidades para criar resultados decisivos; e
- Maior invisibilidade e crescente capacidade de detecção (SULLIVAN e DUBIK, 1993, p. 17 a 24, tradução do autor).

Elaborando estas ideias, infere-se que a tendência está na utilização de forças menores e mais letais, capazes de aplicar fogo preciso por meio da integração com sistemas de armas e informacionais distribuídos em rede.

Como foi visto no capítulo anterior, a elevada capacidade dos sistemas de informação é um multiplicador do poder de combate. Assim, a Guerra Centrada em Redes se configura como um dos vetores da RAM corrente, pois emprega tecnologia da informação para a obtenção da superioridade no combate.

No que tange a influência do emprego da GCR nas RAM, o General John Shalikashvili⁵⁵ publicou, em 1996, um artigo intitulado *Joint Vision 2010* (Visão Conjunta 2010), com um modelo conceitual de como as Forças Armadas Norte-Americanas conduziram o combate no século XXI.

Neste artigo, o Gen Shalikashvili confere à consciência situacional e ao controle da informação o status de pilares na obtenção do domínio do campo de batalha no século XXI. Para ele, o combatente deve ser capaz de ver, ouvir, desorganizar, negar e suplantar o pensamento do inimigo.

Isso ocorre porque atualmente é inaceitável o conceito da completa destruição do inimigo. Para o Gen Shalikashvili, a extensão da influência ou controle pela força é muito mais poderosa e aceitável que a casualidade através do poder de fogo (SHALIKASHVILI *apud* UBRÜGGER, 1998).

Logo, a RAM não só deve se apoiar na tecnologia, mas utilizá-la de forma eficaz para romper os paradigmas da doutrina. O Exército dos Estados Unidos faz uma auto-avaliação constante do seu atual processo de RAM, que será abordado a seguir, como exemplo de condução da doutrina em função do desenvolvimento tecnológico.

⁵⁵ O General John Shalikashvili era, a época, Chefe do Estado-Maior Conjunto do Exército dos EUA. Fonte: UBRÜGGER, 1998.

4.1.1 O Modelo Norte-americano de Revolução nos Assuntos Militares

Na sua publicação *Future Warfare Anthology*, o Gen Scales⁵⁶ (1999) analisa o que chama de ciclos da guerra e, realizando uma prospecção, propõe um novo modelo estratégico para o Exército Norte-americano.

Para o Gen Scales, a primeira Guerra do Golfo ilustra o leque de possibilidades do Exército dos EUA ao final da Guerra Fria: ou se desdobrava com grande rapidez e vulnerabilidade, como na 1ª fase – Escudo do Deserto; ou com grande letalidade e lentidão, exemplificada pela concentração estratégica e ataque indefensável da fase Tempestade no Deserto (FERREIRA, 2004, p. 30).

Por isso, o Gen Scales atesta que a “velocidade da manobra será o ingrediente essencial de um exército da era da informação” (SCALES, 1999, tradução do autor). Desta forma, ele afirma que para se vencer rápida e decisivamente com poucas perdas no futuro, devem-se ter os meios para conduzir a batalha velozmente e terminá-la de forma limpa, de preferência quando o efeito paralisante do poder de fogo for mais efetivo. Manter-se no combate depois deste momento apenas aumenta as baixas e valoriza a resistência inimiga. Esta é a idiosincrasia do combate moderno.

Este cenário está presente atualmente nos conflitos do Iraque e Afeganistão, onde os Estados Unidos erraram o *timing* de toda operação, permanecendo além do necessário e, conseqüentemente, reforçando a vontade de combater do inimigo, mesmo sendo muito superior em tecnologias incorporadas nos seus sistemas de armas.

Em função disso, a incidência de conflitos de pequena escala e a prevalência em combates de localidade são as tendências dos conflitos modernos. Estas características dificultam o emprego convencional de tropas, em função da possibilidade de danos colaterais, que são inaceitáveis não só pela legislação do

⁵⁶ Major-General aposentado após mais de trinta anos no Exército Norte-americano, Robert H. Scales é o Presidente e CEO da Walden University desde 2000. Em dezembro de 2002 ele foi escolhido como Presidente da *Capstar Government Services* (CGS), uma subsidiária de serviços de testes educacionais. Ele é atualmente um consultor independente de assuntos de Defesa. Fonte: *Principles of War Seminar Series*. Disponível em: <<http://www.jhuapl.edu/POW/bios/scales.htm>>. Acesso em: 30 Mar 10.

Direito Internacional dos Conflitos Armados (DICA)⁵⁷, como também pela opinião pública internacional (MULINEN, 2005).

Fazendo destas características um trunfo, os inimigos passaram a explorar a reduzida liberdade de ação⁵⁸ dos Estados Unidos, ao buscar o combate indireto apoiado em seu próprio terreno, como se tem acompanhado nos conflitos do Iraque e Afeganistão.

Os inimigos dos americanos também exploram outra grande vulnerabilidade dos Estados Unidos, essa bem conhecida desde a Guerra do Vietnam: a sensibilidade a baixas. A opinião pública interna Norte-americana reage muito negativamente a casualidades nas tropas em combate. Atualmente, observa-se nos Estados Unidos um forte movimento interno contra a permanência de tropas no Afeganistão e Iraque.

Ciente desses aspectos, o inimigo passou a dispersar seus meios, reduzindo a densidade nos alvos, com a consequente ineficácia das armas de alta precisão, e buscou o combate indireto, procurando a vitória por evitar a derrota.

Todo este cenário conduz à reflexão de que a tecnologia, por si só, não é o fator determinante para a vitória militar. O Gen Scales reforça esta ideia, pois, segundo ele, o quarto ciclo da guerra será a exploração das possibilidades disponíveis pela era da informação para aumentar a velocidade de manobra.

Para se adaptar a essa nova realidade, os Estados Unidos buscaram o aprimoramento da tecnologia, doutrina e treinamento.

No seu artigo *The Second Learning Revolution*, o Gen Scales aborda a experiência americana em conflitos de pequena escala, desde o Vietnã, onde os militares americanos aprenderam que a superioridade tecnológica não é suficiente por si só para garantir a vitória.

Com base nesse estudo, o Gen Scales infere que, nos conflitos do Iraque e Afeganistão, os inimigos já entenderam a superioridade tecnológica Norte-americana

⁵⁷ Segundo o Direito Internacional dos Conflitos Armados, a escolha de um Objetivo Militar depende de fatores a serem analisados. São eles: Natureza, Utilidade, Localização e Finalidade, associados à vantagem militar concreta. Na necessidade de decidir entre dois ou mais objetivos, o critério de menor dano colateral deve ser preponderante para sua escolha, estando o decisor sujeito a ações penais. Para mais detalhes, ver Mulinem (2005).

⁵⁸ O Manual Escolar ME 320-5 – Vocabulário da Eceme, define Liberdade de Ação como a “condição em que os movimentos e ações de uma força independem das restrições que lhe possam ser impostas pela reação do inimigo, pelas limitações naturais do teatro de operações e pelas deficiências ocasionais da própria força” (ECEME, 2002). Nos Estados Unidos, a liberdade de ação sofre grande influência da mídia e da opinião pública interna.

e percebem que a forma mais certa de negar a vantagem tecnológica é trazer o combate para terrenos mais complexos, como selvas, montanhas e, recentemente, centros urbanos (SCALES, 2006, p. 37).

Para ele, o combate urbano neutraliza as vantagens tecnológicas e de mobilidade do exército norte-americano, pois a guerra urbana sempre foi a mais destrutiva forma de combate. Por exemplo, durante a II Guerra Mundial, o exército russo sofreu mais de 300.000 baixas durante a campanha para a conquista de Berlim.

A “Segunda Revolução do Aprendizado”⁵⁹ que sugere o Gen Scales, vem para se contrapor às táticas acima citadas utilizadas pelos seus inimigos. Ela se baseia na capacidade de o soldado falar o idioma corrente da área que opera, de entender a cultura local, enfim, de entender as pessoas que lá vivem, reduzindo, assim, a complexidade do combate.

A necessidade de mudança recai no isolamento de pequenos grupos de combate imposto pelas características do combate urbano. Assim, o Gen Scales conclui que o processo de tomada de decisão deve ser cada vez mais atribuído à comandantes de pequenos escalões. Dessa forma, maior atenção deve ser dispensada ao processo centrado em redes não só na coleta de dados, mas também na interpretação destes, pois a interação dos elementos em rede pode proporcionar um melhor assessoramento na tomada da decisão.

Trazendo esse cenário para a Amazônia, as características da região, por se tratar de uma selva densa, também impõem a descentralização das ações, com a necessidade do emprego em pequenos escalões, com as ações centradas em rede. A informação é, portanto, o ponto chave para o sucesso da missão nesse tipo de ambiente operacional.

A ação de pequenos escalões no interior da Amazônia teria suporte no preparo de líderes em todos os níveis. O emprego na Região Amazônica implica na constante adaptação do material humano às condições da região.

As características do preparo pressupõem o contínuo treinamento e adaptabilidade de emprego no ambiente de selva. A própria doutrina de resistência

⁵⁹ A “Primeira Revolução do Aprendizado” das Forças Armadas dos EUA foi caracterizada pelos programas Top Gun, da Marinha, e Red Flag, da Força Aérea, que proporcionaram o conceito da superioridade aérea, que facilitava que os combatentes combatessem em terra. Fonte: SCALES, 2006.

adotada pelo Exército Brasileiro para a defesa da Amazônia se pauta no emprego de pequenos grupos de combate. Essa é uma condicionante que será explorada em capítulo futuro deste trabalho.

4.2 A INOVAÇÃO E A DIFUSÃO: TEORIAS SOBRE A MUDANÇA TECNOLÓGICA

Para que seja estabelecida a contínua evolução das Forças Armadas, com base na teoria de Revolução nos Assuntos Militares, há que se entender o processo conceitual de mudança tecnológica.

A complexidade que envolve a mudança tecnológica é constituída por um grupo de fatores, como custo de parques tecnológicos e industriais. Tais fatores contribuem para a inovação e difusão de processos e produtos.

Para Cribb, a dinâmica da mudança tecnológica se caracteriza como um processo interativo, pois requer estratégias específicas para a promoção das capacitações tecnológicas. Entretanto, a geração de inovações tem sido oriunda dos países desenvolvidos, o que segundo Herbert-Copley (1990, apud CRIBB, 2003, p.1), faz com que os países em desenvolvimento, como o Brasil, sejam desprovidos das inovações tecnológicas, as quais estariam fora do seu alcance.

Para entender a mudança tecnológica, primeiro se deve estabelecer o que é tecnologia. A tecnologia pode ser definida como o conhecimento de habilidades ou técnicas (CRIBB, 2003, p. 2 e 3). Aquele autor dissecou a estrutura da tecnologia como a resultante da informação com a mobilização de pessoal para desenvolvê-la.

Assim, infere-se que a tecnologia não é só a informação, pois a difusão da informação através de livros, revistas e jornais não é o suficiente para o acesso às habilidades tecnológicas. Somente somando-se a informação com a mobilização de indivíduos e instituições é que se pode chegar à nova tecnologia como produto, a inovação.

A partir deste conceito, o termo inovação se apoia na geração de novas tecnologias que envolvem informações obtidas não só da experiência prévia, mas também do conhecimento formal. O campo militar, por exemplo, a experimentação, o teste de campo e os exercícios militares são ferramentas essenciais para o

desenvolvimento de tecnologias e a conseqüente evolução doutrinária decorrente destas.

Como foi visto no capítulo anterior, processo de desenvolvimento de capacidades se pauta pela experimentação e treinamento suportados por um sistema informacional em rede. Assim, a análise dessa experimentação renova o ciclo tecnológico que contribui para a atualização da capacidade como um todo, o que faz o processo do ciclo de inovação ter a capacidade de ser autoalimentado (Figura 26).

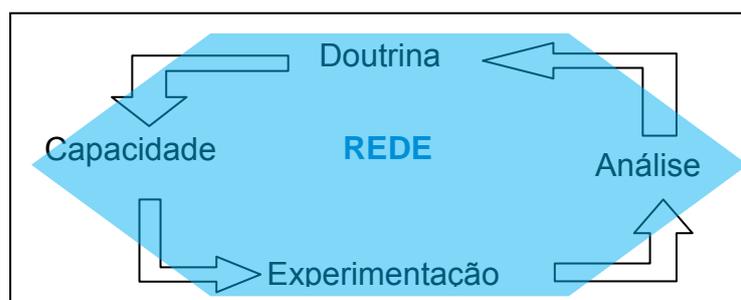


Figura 26 – Ciclo de Inovação.
Fonte: Do Autor.

No processo proposto acima por este autor, a rede passa a ser a via na qual transitam todas as informações inerentes aos componentes do processo: a partir de um exercício inicial de prospecção, é estabelecida uma doutrina, a qual vai definir uma capacidade específica. Ao realizar a experimentação desta capacidade, o processo da sua análise vai refinar a doutrina inicial. E assim o processo se reinicia, tendo a rede como fonte que proporciona a sinergia do ciclo. Em conseqüência, os produtos de inovação tecnológica vão modificando radicalmente as bases conceituais do combate. O “como combater” está cada vez mais pautado pelo suporte tecnológico e sua penetrabilidade no meio militar.

A visão recém-abordada sobre a convergência tecnológica mostra os efeitos da sinergia da penetrabilidade da tecnologia na sociedade da informação. Segundo Werthein (2000, p. 74), assim é fácil compreender o fascínio que a sociedade informatizada tem sobre o desenvolvimento tecnológico, que não parece ter limites ou desacelerar e, dessa forma, altera continuamente todos os processos que afetam a vida individual e coletiva.

A emergência de novas tecnologias, que rompem com estruturas correntes, é pautada em trajetórias tecnológicas e novos paradigmas tecnológicos. Esses conceitos foram desenvolvidos por Giovanni Dosi, em 1982. Economista italiano e

professor da *Scuola Superiore de Sant'Anna*, de Pisa (Itália), Dosi estuda a influência da tecnologia na economia mundial e é especialista em economia da tecnologia e da inovação (DOSI, 2010).

Em seu estudo, observa que a natureza da tecnologia está estreitamente vinculada aos programas científicos. As mudanças contínuas são frequentemente relacionadas ao progresso proporcionado por trajetórias tecnológicas definidas por um paradigma tecnológico. Ou seja, o paradigma define as trajetórias, as quais podem gerar um novo paradigma.

Como se dá esse processo? Teorias da mudança técnica têm sido classificadas em duas grandes categorias: a indução pela demanda (*Demand-pull*) e o impulso pela tecnologia (*Technology-push*).

O entendimento destas tendências tecnológicas e suas implicações são arcabouços teóricos importantes para a compreensão do padrão do desenvolvimento da indústria. Assim, será evidenciada a influência destes conceitos para a indústria de defesa brasileira, componente fundamental para a evolução da Força Terrestre na busca do Brasil por um lugar de destaque no concerto das nações.

4.2.1 As tendências da inovação: ingredientes do processo inovador

Apesar de existirem diferentes contextos que levam ao processo inventivo, tem havido um substancial esforço da literatura em definir elementos comuns de um conjunto de invenções e inovações⁶⁰.

Sobre este tema, Dosi (2006) costuma definir duas abordagens básicas diferentes:

[...] a primeira, indicando as **forças do mercado** como principais determinantes da mudança técnica (teorias da “indução pela demanda” [*demand-pull*]), e a segunda, definindo a **tecnologia** como fator autônomo, pelo menos a curto prazo (teorias do “impulso pela tecnologia” [*technology-push*]) (DOSI, 2006, p.30, grifo nosso).

⁶⁰ O meio econômico faz uma interessante distinção entre invenção e inovação. Uma “invenção” constitui uma ideia ou modelo que não leva, necessariamente, a inovações técnicas. Uma “inovação”, no sentido econômico, apenas se concretiza se houver uma transação comercial desta invenção. Ou seja, a invenção só é considerada inovação se for negociável (DOSI, 2006, p. 30). Esta concepção será utilizada no contexto deste trabalho.

Há uma distinção fundamental entre as duas abordagens, que são os sinais de direcionamento atribuído ao mercado, o principal fator de discussão sobre as diferenças entre elas.

A indução pela demanda tem como força motora o suposto “reconhecimento das necessidades” pelas unidades produtivas do mercado, as quais tomam medidas para satisfazê-las por meio das suas capacidades tecnológicas.

Para Dosi (2006, p.31), existe no mercado, em um dado momento, um grupo de bens comuns e intermediários que incorporam diferentes “necessidades”⁶¹ dos compradores. Atualmente, a rápida evolução tecnológica faz com que os consumidores expressem suas preferências em relação às características dos bens desejados. Ou seja, as necessidades mudam em função do desenvolvimento tecnológico.

Assim, a indução pela demanda se torna um modelo no mínimo impreciso, já que seu argumento básico sustenta que existe a possibilidade de se saber *a priori* (ou seja, antes do processo de invenção ocorrer) a direção na qual o mercado está “induzindo” a atividade inventiva dos produtores.

A crítica a esse processo de mudança tecnológica recai principalmente na dificuldade prática de interpretar o processo de inovação através da abordagem da demanda. Para Dosi (2006, p. 33), a teoria das inovações baseadas na demanda exige o estabelecimento de necessidades potenciais, as quais devem ser precisamente identificadas pelos produtores para que o resultado final do produto seja coerente com as necessidades.

Apesar de a tecnologia ter uma característica responsiva, podendo ser direcionada em função de um esforço, a abordagem de “indução pela demanda” tem uma fragilidade evidente: a incapacidade de definir o *porquê* e *quando* de certos desenvolvimentos tecnológicos em vez de outros.

O que se tem observado recentemente é que estas teorias também são incapazes de explicar o *timing* das inovações, pois não conseguem determinar o

⁶¹ A própria definição de necessidade é ambígua: por um lado ela se pauta nas necessidades ditas antropológicas (comer, dormir, etc.), mas na questão em pauta, por outro lado, as necessidades são expressas por meios específicos de satisfações. Por exemplo, a necessidade de se comunicar pode ser satisfeita por um telefone fixo ou por um celular, mas somente após o aparecimento do segundo é que as pessoas se deram conta da necessidade deste aparelho. Assim, fica evidente que a “necessidade” em relação ao aparelho celular não pôde emergir antes que ele seja concebido. Para maiores esclarecimentos sobre este processo, ver Dosi (2006).

momento no qual a tecnologia desejada (se é que ela foi realmente definida) será alcançada.

A Era da Informação carrega consigo diversos modelos que envolvem este tipo de situação. Por exemplo, o desenvolvimento do conceito da Guerra Centrada em Redes só foi possível quando a base tecnológica que dá suporte à estrutura informacional já existia. Desta forma, a GCR vem da possibilidade tecnológica, não o contrário.

Conclui-se, portanto, que a demanda tem alguma influência sobre o desenvolvimento de tecnologias, mas está longe de ser a mola propulsora que define as direções da pesquisa e os objetivos buscados na mudança tecnológica em curso. “A percepção do mercado potencial faz parte das condições **necessárias** para a inovação, mas **não** constitui de modo algum a condição **suficiente**” (DOSI, 2006, p. 36, grifo nosso).

Assim, a questão venal que recorre é: Como usar, então, a tecnologia existente da melhor forma e extrair dela todas as possibilidades? Para tentar respondê-la, foram desenvolvidas as teorias de “impulso pela tecnologia”.

Essas teorias se baseiam no pressuposto de que a complexidade, a relativa autonomia e a incerteza são componentes das mudanças tecnológicas. Logo, a real dimensão das possibilidades de uma inovação só pode ser determinada com o seu desenvolvimento pleno, além do mundo das ideias.

Assim, para Dosi (2006, p. 37), os fatores da oferta que a inovação pode proporcionar apresentam certa independência em relação às mudanças do mercado. Ou seja, a sociedade, de um modo geral, só assimila a necessidade de uma inovação quando ela já está no mercado.

Voltando ao exemplo do telefone celular, por mais que se pudesse aspirar por um telefone móvel, o desenvolvimento da tecnologia por si só não foi suficiente para a sua imediata aceitação pela sociedade. Somente após sua consolidação como tecnologia viável é que passou a ser aceita como produto. Nos dias de hoje, o telefone móvel é um aparelho quase indispensável para o nosso cotidiano.

Trazendo para o presente tema, o surgimento de uma tecnologia, como o rádio, por exemplo, foi desenvolvido para um uso básico: a transmissão de voz. Entretanto, ao longo do tempo, o leque de utilizações e recursos foi ampliado, com a transmissão de dados, imagens, criptografia de sinais e outras características que se fundiram.

Para a teoria de “impulso pela tecnologia”, o rádio, ao ter todos os recursos de hoje, precisou ser desenvolvido primeiro. A partir daí, a sociedade passou a aproveitar esta tecnologia de outras formas e implementar novos recursos.

Então vem a pergunta, mas alguns destes recursos não foram pensados, em função da demanda? A resposta é sim, eles foram. Logo, constata-se que há uma complexa estrutura de retroalimentação entre a demanda social e a prospecção de utilização de uma invenção.

As dificuldades encontradas nas teorias de “impulso pela tecnologia” são exatamente opostas às de “indução pela demanda”, pois se constata que os fatores econômicos são realmente importantes no processo de inovação⁶².

Conclui-se, portanto, que apesar do “impulso pela tecnologia” carregar consigo o papel mais relevante no processo de mudança tecnológica, a “impulsão pela demanda”, em que pese sua função secundária, também está presente na trajetória de inovação.

Desta forma, significativos aperfeiçoamentos aplicados nas inovações são originados do que Dosi chama de “aprendizado pela execução”, que geralmente se incorporam a elas.

Traçando um paralelo com as atividades militares, estes aperfeiçoamentos de “aprendizado pela execução” podem ser comparados com a prática de “lições aprendidas” utilizada por vários exércitos de projeção mundial, bem como pelo Exército Brasileiro, onde da análise de exercícios militares, missões no exterior e simulações de combate, avalia-se uma mudança doutrinária em função da utilização de uma tecnologia ou se confirma uma prática já executada com suporte nela.

Portanto, Dosi infere que a mudança não ocorre por acaso, já que as direções desta mudança técnica são muitas vezes definidas pela tecnologia já em uso e, para que as empresas (entenda-se em questão o Exército Brasileiro) alcancem avanços técnicos, dependem, entre outras coisas, dos níveis tecnológicos já atingidos por estas organizações (DOSI, 2006, p. 38). Em consequência, a independência tecnológica depende, principalmente, do contínuo investimento em P&D.

⁶² A força do mercado não pode ser totalmente desconsiderada, pois a capacidade de produção também depende da aceitação do produto. Neste caso, esta aceitação está diretamente relacionada com sua possível lucratividade.

O modelo que o Exército Brasileiro adota para a P&D de tecnologias emprega este processo na fase preliminar do preparo e emprego da tropa (Figura 27), onde os planejadores estudam as tendências tecnológicas, bem como suas possibilidades de emprego militar e limitações. Por exemplo, a guerra eletrônica, as tecnologias C4ISR e o combate em rede são aspectos que influenciam cada vez mais no poder relativo de combate (GOMES, 2002, p.13).

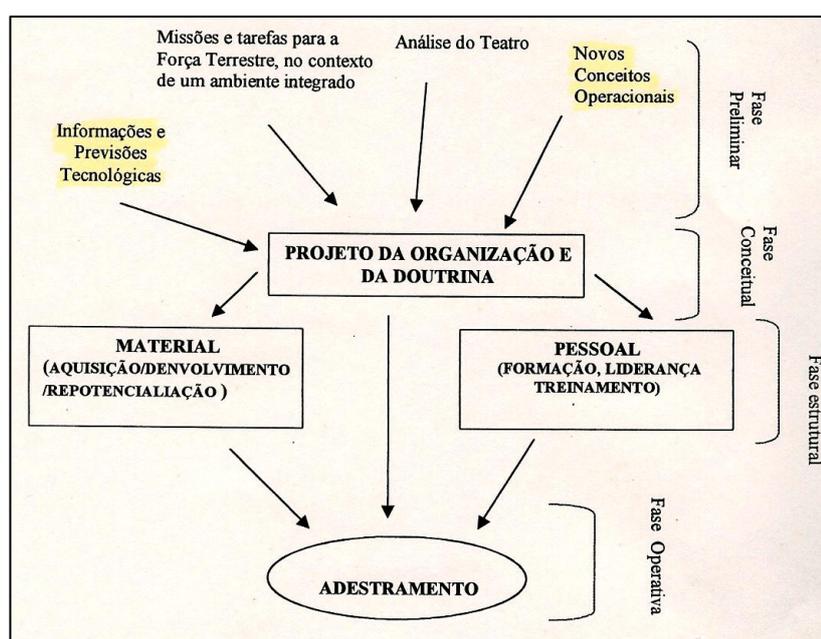


Figura 27 – Esboço Geral das Fases de Projeto Sistemático da Força Terrestre.

Fonte: GOMES, 2002.

Gomes (2002) também aborda outra importante fase no preparo e emprego da Força Terrestre fortemente influenciada pela tecnologia: a fase operativa. Nesse momento a ingerência das capacidades tecnológicas sobre as áreas DTLOMS⁶⁴ (Doutrina, Treinamento, Liderança, Organização, Material e pessoal – Soldado), em especial a Doutrina e Material.

Assim, a Força Terrestre deve focar esforços em pessoal e material, continuamente, no seu Sistema de Ciência e Tecnologia, já abordado no capítulo 2

⁶⁴ Esta compreensão do recorte funcional pela identificação de subsistemas de DTLOMS é necessária, pois se entende que não há sistema militar concebível que não possua pessoal equipado sob uma organização padrão, com uma liderança de algum tipo, que atua conforme algum treinamento (e nenhum treinamento é treinamento) no contexto de uma doutrina (e nenhuma doutrina é doutrina, a do improvisado) (GOMES, 2002, p.13).

(dois) deste trabalho, para que faça uso das teorias de mudança tecnológica e, conseqüentemente, possa formular ou atualizar sua doutrina de emprego.

Deve ainda renovar o incentivo à pesquisa e desenvolvimento, objetivo expresso nas diretrizes da Estratégia Nacional de Defesa, no que tange à reorganização da indústria nacional de material de defesa (BRASIL, END, 2008, p. 3), a fim de atender às necessidades de equipamento das Forças Armadas.

Para que este incentivo se traduza em uma reformulação do parque industrial bélico brasileiro apoiando reais mudanças tecnológicas, devem ser definidas trajetórias tecnológicas que conduzam a paradigmas tecnológicos que rompam com os recentes métodos e doutrinas de emprego das forças militares.

As definições destes elementos serão abordadas a seguir e se constituem de suporte conceitual fundamental para este trabalho, pois conduzirão ao objetivo a ser atingido neste estudo e às condicionantes necessárias para as comunicações da navegação fluvial na Amazônia.

4.3 TRAJETÓRIAS E PARADIGMAS TECNOLÓGICOS: O CONCEITO E SUA APLICAÇÃO

Para iniciar o estudo de trajetórias e paradigmas tecnológicos, com a concepção de tecnologia como uma qualidade a ser incorporada e avaliada⁶⁵ em um produto, deve-se entender o conceito de tecnologia adotado por Giovanni Dosi para seu trabalho (2006), abaixo elencado:

[...] um conjunto de parcelas de conhecimento – tanto diretamente “prático” (relacionado a **problemas e dispositivos concretos**), como “teórico” (mas praticamente **aplicável**, embora não necessariamente já aplicado) – de *Know-how*, métodos, procedimentos, experiências de sucessos e insucessos também, é claro, dispositivos físicos e **equipamentos** (Dosi, 2006, p. 40, grifo nosso).

Entende-se, portanto, que a tecnologia é a fusão de conhecimentos específicos de origens diversas, da experiência proveniente de diferentes esforços e soluções do passado.

⁶⁵ Entende-se por avaliação o ato de determinar um valor inerente, por meio da análise de parâmetros quantitativos ou qualitativos que possam diferenciar os objetos analisados (GOMES, 2002).

Para que se chegue a uma tecnologia específica, devem ser estabelecidos conjuntos limitados de alternativas tecnológicas, as quais direcionam o padrão de investigação para a mudança técnica. Este conjunto de padrões de inquirição específicos, baseados em problemas específicos, define o conceito de “paradigma científico”.

O sucesso do paradigma científico⁶⁶ se baseia em uma promessa do que se pode descobrir em exemplos ainda incompletos. Kuhn trata o conceito de paradigma como “uma conquista científica universalmente reconhecida” (Kuhn, 1970, apud Filho, 2004, p. 3).

Apoiado neste conceito, Dosi assim definiu o “paradigma tecnológico”:

[...] como um “modelo” e um “padrão” de solução de problemas tecnológicos *selecionados*, baseados em princípios *selecionados*, derivados das ciências naturais, em tecnologias e materiais *selecionados* (DOSI, 2004, p.41, grifo do autor).

As similaridades entre os conceitos de paradigmas científicos e tecnológicos se relacionam. Assim como o paradigma científico determina o campo de investigação, os problemas, os procedimentos e as tarefas, também o faz a tecnologia. Assim, entende-se o paradigma tecnológico como um conjunto de tecnologias, para, com base no emprego de princípios selecionados (includentes ou excludentes), estabelecer um modelo para um problema relevante.

Neste trabalho, o objetivo final é estabelecer o paradigma tecnológico para as comunicações da Navegação Fluvial na Amazônia. Dissecando o tema, o problema estabelecido é a questão dos padrões (ou paradigmas) tecnológicos das comunicações, influenciada por variáveis (dependentes e independentes).

Na questão em pauta, as variáveis recorrentes, como a fisiografia da Região Amazônica, as necessidades da Navegação Fluvial, as diretrizes estratégicas de defesa, as doutrinas vigentes do combate moderno (como a Guerra Centrada em Redes) e as próprias características de emprego das comunicações, definirão o que Dosi denomina como trajetórias tecnológicas.

O conceito de Dosi para trajetória tecnológica é o “padrão da atividade “normal” de resolução do problema (isto é, do progresso), com base num paradigma tecnológico” (DOSI, 1982, p. 148). A trajetória tecnológica é, portanto, o conjunto de diligências para a resolução do problema proposto pelo paradigma tecnológico.

⁶⁶ Sobre os paradigmas científicos, ver FILHO (2004).

Na definição da trajetória, é importante avaliar nas tecnologias disponíveis, algo como heurísticas positivas e negativas. O programa de pesquisa para a solução de um paradigma tecnológico consiste de regras metodológicas : algumas são definidas pela(s) trajetória(s) de pesquisa a evitar (heurística negativa) e outras, trajetórias a perseguir (heurística positiva (Lakatos, 1978, *apud* Dosi, 2004, p. 42). Ou seja, o paradigma tecnológico reúne fortes preceitos sobre as direções da mudança técnica a seguir ou negligenciar.

Dosi estabelece características às trajetórias tecnológicas, com base nos paradigmas que as definem:

- a especificidade da trajetória está diretamente relacionada com a sua força⁶⁷;
- elas complementam diversas formas de conhecimento, já que podem estimular ou impedir seu desenvolvimento;
- o “progresso” de uma trajetória tecnológica está diretamente relacionado com a capacidade tecnológica do país; e
- é questionável, *a priori*, comparar e avaliar trajetórias, pois novas tecnologias podem ter vantagens sobre as antigas em alguns aspectos, mas desvantagens em outros.

Assim, as trajetórias tecnológicas possuem um intenso efeito de exclusão: os esforços se focalizam em direções específicas e ficam “cegos” para outras possibilidades tecnológicas. A identificação do paradigma está, portanto, diretamente relacionada ao esforço aplicado com a tecnologia selecionada.

Cabe ressaltar questões fundamentais na seleção do paradigma tecnológico: é concebível sua aplicação prática? É possível que a sua aplicação hipotética seja comercializada? Para Dosi, se a resposta para um destas duas questões for “não”, já inviabiliza o paradigma tecnológico estabelecido.

Logo, a exequibilidade e negociabilidade do paradigma, por meio das suas trajetórias tecnológicas, são critérios decisivos para seu desenvolvimento. Entretanto, como foi visto a pouco, outras variáveis envolvem o processo de estabelecimento tanto do paradigma quanto das trajetórias tecnológicas.

⁶⁷ A trajetória será tanto mais forte quanto maior for o conjunto de tecnologias **excluído** por ela. Por exemplo, trajetórias tecnológicas definidas por transmissões em fibras ópticas são muito mais fortes, já que excluem outros meios de transmissão (Dosi, 2004, p. 46, grifo nosso), pois a fibra óptica tem características intrínsecas, como comprimento de onda e transmissão em feixe de luz, que determinam trajetórias próprias e excludentes de outras tecnologias de transmissão de dados.

O setor militar, em questão, possui variáveis institucionais *stricto sensu*, como blindagem nas viaturas, segurança de transmissão de informações e o emprego em combate, por exemplo, as quais concentram forças nas direções definidas do desenvolvimento tecnológico.

Quanto à questão da negociabilidade, particularmente na esfera militar, a garantia de compra pelo poder público é que favorece o esforço em P&D. Como exemplo, a intervenção pública no desenvolvimento de computadores e semicondutores nos Estados Unidos durante as duas décadas subseqüentes à Segunda Guerra Mundial funcionaram como poderoso mecanismo de focalização em relação a alvos tecnológicos específicos.

Ao mesmo tempo, os programas militar e espacial dos EUA proporcionaram apoio financeiro e garantiram mercado através de compras governamentais.

Portanto, para que o Brasil estimule a P&D em defesa pelo setor tecno-industrial do país, cabe ao poder público brasileiro comprometer-se no sentido de realmente adquirir os bens advindos destes processos.

Para entender como o Paradigma Tecnológico será explorado pelas forças econômicas, Campos (1998), analisa este processo sob a óptica dos Sistemas Nacionais de Inovação.

O Sistema Nacional de Inovação é definido por Campos como o conjunto de agentes e instituições (inclusive Universidades e agências governamentais), vinculadas à atividade de inovação do país (CAMPOS, 1998, p. 3).

Assim, pode-se considerar o sistema de C&T do Exército, coordenado pela SCT e seus elementos subordinados, como parte do Sistema Nacional de Inovação.

Em consequência, cabe ao SCT trabalhar com o conceito de inovação radical, espiral ou incremental⁶⁸ no desenvolvimento das trajetórias tecnológicas voltadas aos paradigmas levantados.

Para Oliveira (2001), a inovação radical rompe ou encerra um paradigma para dar início a outro. Já a inovação incremental, ao modificar o padrão anterior, pode melhorar um paradigma existente.

⁶⁸ Campos classifica as inovações em duas categorias: radicais e incrementais. As inovações radicais consistem da introdução de um processo ou produto realmente novo, capaz de causar uma **ruptura** no desenvolvimento tecnológico daquela área específica. Já as inovações incrementais são **melhorias** sucessivas a que são submetidos produtos e processos (CAMPOS, 1998, p.3, grifo nosso).

Como exemplo para este último caso, pode-se estudar a indústria aeronáutica. Desde a invenção do avião, até os dias de hoje, não ocorreram mudanças conceituais. Entretanto, diversas inovações incrementais foram desenvolvidas para aperfeiçoar este aparelho, como as turbinas a jato (OLIVEIRA, 2001, p. 6).

Para Campos (1998, p. 4), os paradigmas tecnológicos possuem uma dinâmica de exploração, que proporciona oportunidades tecnológicas inerentes a eles.

Conclui-se, portanto, que o estabelecimento do paradigma tecnológico das Comunicações para a Navegação Fluvial da Amazônia fomentará o DCT e suas OM subordinadas trajetórias tecnológicas que oferecerão oportunidades tecnológicas de inovação, as quais serão subsídio para o estabelecimento de requisitos técnicos. Estas trajetórias poderão conduzir a inovações radicais ou incrementais, que em qualquer caso trarão uma profunda mudança do paradigma.

Para entender bem como se processa este ciclo, será abordado, à título de ilustração, um estudo histórico das trajetórias tecnológicas que conduziram os processos de produção de combustíveis sintéticos.

4.3.1 Estudo de caso histórico sobre paradigma e trajetórias tecnológicas: combustíveis sintéticos.

A evolução de trajetórias tecnológicas fica bem evidenciada no estudo histórico da produção de combustíveis sintéticos. Essa pesquisa foi apresentada no 2º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás, realizado em 2003, na Cidade do Rio de Janeiro.

Os autores aplicaram o conceito de paradigma tecnológico desenvolvido por Dosi, considerando as trajetórias tecnológicas como atividades do processo técnico realizadas pelas opções **excludentes** definidas pelo paradigma (DUNHAM *et al*, 2003, p. 2, grifo nosso).

O processo de inovação que envolve a trajetória tecnológica de combustíveis líquidos se iniciou com o advento dos motores de combustão, que foram inovações de ruptura que, portanto, criaram um **novo paradigma tecnológico** e, conseqüentemente, rompendo com o paradigma anterior, de motores a carvão.

A crescente dependência do petróleo provocou um grande impacto negativo na balança comercial dos países que não dispunham de fontes naturais de óleo cru,

os quais, por sua vez, passaram a priorizar esforços no sentido de reduzir este óbice.

Estabelecido o novo paradigma, que passou a ser a obtenção de combustíveis líquidos (gasolina, óleo diesel e querosene), a trajetória tecnológica que prevalece na solução deste problema definido pelo paradigma é o método de refino e processamento do petróleo.

Assim, os países que não dispunham de reservas de petróleo, mas que dominavam consideráveis reservas de carvão mineral envidaram esforços no sentido de aproveitar o carvão como fonte de carbono para a obtenção de combustíveis líquidos.

Nascia então uma nova trajetória tecnológica, cujo fim era obter combustíveis sintéticos através do carvão mineral. A Alemanha foi pioneira nas atividades de P&D em combustíveis sintéticos, contando, a época da 2ª Guerra Mundial, de forte aporte de recursos estatais (DUNHAM et al, 2003, p.3).

Este estudo exemplifica com bastante clareza e precisão os conceitos de inovação de ruptura, paradigma tecnológico e trajetória tecnológica, abordados neste capítulo.

4.4 CONCLUSÃO PARCIAL

A primeira Guerra do Golfo representou um marco no surgimento de um novo pensamento militar, apoiado nos avanços tecnológicos como ferramenta, que possibilitou a formulação de novas doutrinas e conceitos operacionais. Este processo se chama Revolução nos Assuntos Militares – RAM. A influência da tecnologia na RAM estabeleceu uma mudança de paradigma nas doutrinas de combate.

As RAM ocorreram muitas vezes na história, por várias razões. A mais recorrente é o impulso pela tecnologia. Por exemplo, a invenção da pólvora, o motor a vapor, o submarino, o avião e a bomba atômica são algumas das inovações que conduziram mudanças fundamentais no modo de combater.

Os estudos dos combates mais recentes, em especial os do Golfo e Afeganistão, conduzidos pelo Gen Scales, mostram que a tecnologia não encerra em si mesma o único requisito para a vitória nos conflitos modernos. A análise

destes combates recentes aponta para um processo de simbiose entre as possibilidades proporcionadas pela tecnologia e as necessidades levantadas pela doutrina, que ao unir estes fatores, tem como resultante a Revolução nos Assuntos Militares necessária para moldar o combate moderno.

Portanto, no exército norte-americano, as necessidades da doutrina se moldam às capacidades tecnológicas e vice-versa, o que bem exemplifica a existência da interação entre as teorias de “indução pela demanda” e “impulso pela tecnologia”.

Esse quadro se aplica à realidade brasileira, pois a própria Estratégia Nacional de Defesa determina, como segundo eixo estruturante da Defesa Nacional, a “reorganização da indústria nacional de material de defesa, para assegurar que o atendimento das necessidades de equipamentos das Forças Armadas apoie-se em tecnologias sob domínio nacional” (BRASIL, 2008, p. 8).

Dessa forma, o Estado Brasileiro estimula o desenvolvimento tecnológico voltado para o setor de defesa. Para este trabalho, este estímulo é consubstanciado pela P&D de tecnologias de Comando e Controle que atendam às necessidades e particularidades impostas não só pela atividade de navegação fluvial militar, mas também pela Região Amazônica, área operacional abrangida por este tema.

O desenvolvimento tecnológico requerido pela navegação fluvial se inicia pelo estabelecimento de um paradigma tecnológico que direcione esforços em pesquisa, representados por trajetórias tecnológicas.

Além da diferente natureza da atividade de resolução de problemas, o conhecimento tecnológico é bem menos articulado que o científico, pois em sua grande parte não é escrito e está implícito nas experiências, capacidades e habilidades. Em consequência, a definição de um paradigma tecnológico será mais vaga que a de um paradigma científico. Este conceito é fundamental para o escopo deste trabalho, já que estabelece padrões ou características exigidas por uma determinada atividade tecnológica.

Para colaborar na definição desse paradigma, o estudo deste trabalho, até o presente capítulo, levantou um conjunto de variáveis que tem direta ingerência na sua formulação, como a capacidade tecnológica, o DICA, a concepção estratégica brasileira, a capacidade tecnológica da base industrial de defesa do Brasil, a Guerra Centrada em Redes, a RMA e Operações Baseadas em Efeitos. Estas variáveis são

os componentes necessários para o estabelecimento de padrões desejáveis para atender às as comunicações da navegação fluvial militar na Amazônia.

A selva amazônica, em função da sua densidade, impõe a descentralização das ações, com emprego de reduzidos grupos de combate, o que requer tecnologia para dar suporte à estrutura necessária para o comando e controle destas tropas. Assim, a mudança tecnológica, apoiada pelos parques industriais, em prol do vetor defesa, é um aspecto essencial para que se possa atingir o objetivo proposto neste trabalho.

O estudo do conceito de Dosi de Paradigma Tecnológico contribui com definições para o direcionamento de esforços no sentido de estabelecer trajetórias tecnológicas, sejam por “indução pela demanda” ou pelo “impulso pela tecnologia”, que conduzam ao paradigma tecnológico das comunicações da navegação fluvial militar na Região Amazônica, também levando em consideração aspectos doutrinários e a capacidade do parque tecnológico brasileiro, dentro da realidade e possibilidade do país.

Para contribuir na formação deste paradigma, além das variáveis já estudadas, há que se considerarem as características do Sistema Operacional Comando e Controle no Exército Brasileiro, que serão abordadas a seguir.

A AMAZÔNIA E SUA INFLUÊNCIA NAS COMUNICAÇÕES MILITARES

“Comunicações dominam a guerra. Em amplos aspectos, elas são o mais importante elemento estratégico, político e militar”.
(Mahan, 1900)

A Região Amazônica, que ocupa mais de metade do território brasileiro, além de guardar uma enorme biodiversidade, impõe ao emprego militar o desenvolvimento de uma doutrina específica para este ambiente operacional.

O Exército Brasileiro, atento às necessidades de defesa do Brasil, vem desenvolvendo, desde a década de 60, com a criação do curso de Guerra na Selva, uma doutrina própria de emprego militar para esta região. Neste escopo, um dos grandes desafios é o emprego dos meios de comunicações em ambiente de selva, que apresenta obstáculos técnicos, que serão explorados neste capítulo.

As comunicações militares, cujas características técnicas e de emprego serão abordadas neste capítulo, têm grande dificuldade de estabelecer enlaces e transmissões no interior da Região Amazônica. A copa da floresta, o terreno, o clima, bem como outros fatores inerentes a esta região tem influência direta no desempenho destes meios de comunicações.

O estudo das características desta região, que se difere das demais, bem como condiciona uma doutrina militar diferenciada, é de extrema importância para o militar que tem que planejar o emprego de tropas na selva, desde os pequenos escalões, como o Grupo de Combate, até os escalões mais elevados, como as Brigadas de Selva.

Para que todos se entendam, o Comando e Controle é o Sistema Operacional responsável pela transmissão de ordens neste ambiente geograficamente disperso. A utilização de um suporte informacional em rede proporcionaria a obtenção da consciência situacional necessária para o desenvolvimento das operações em um ambiente operacional dissociador e vasto como a Amazônia.

Enfim, o emprego das comunicações na Amazônia é uma questão que deve ser priorizada e, para isso, há que se conhecer os aspectos relevantes desta região, bem como as características das comunicações militares, e como estas são influenciadas por aqueles aspectos.

A Amazônia é uma região rica em Biodiversidade, que tem sido frequente alvo de manifestações de cobiça internacional, como nas declarações de Pascal Lami,

atual Diretor Geral da Organização Mundial do Comércio (OMC), que propõe uma gestão coletiva da Amazônia, por considerá-la um bem mundial. A seu ver, a Amazônia deve ser considerada um “Bem público mundial” e as regras de uma gestão coletiva “são perfeitamente possíveis sem tocar na questão da propriedade” (MOREIRA, 2005).

Este capítulo tem por objetivo, portanto, estudar as características fisiográficas da Região Amazônica que tem influência direta nas comunicações, tanto em aspectos técnicos como na abordagem das operações conjuntas, em especial sobre os meios que utilizam o espectro eletromagnético.

O presente capítulo abordará também as consequências da influência do meio sobre seu emprego técnico, em virtude da mobilidade da atividade de navegação fluvial militar, foco deste trabalho, já que esta mobilidade impede o emprego de meios físicos de comunicações, como será apresentado a seguir.

5.1 A FISIOGRAFIA E CLIMA DA REGIÃO AMAZÔNICA

Com exceção dos cerrados existentes a leste e nordeste do rio Branco, em Roraima, que se estendem até a fronteira com a Guiana, a vegetação é de floresta amazônica densa, de difícil penetração e movimentação limitada a estradas e calhas de rios.

As operações militares na Amazônia estão sempre sujeitas às peculiaridades da cobertura vegetal, endemias e rigores das condições climáticas: temperaturas elevadas, regimes de chuvas intensas, alterações dos índices de umidade. Ou seja, características próprias das regiões tropicais úmidas que interferem substancialmente no combate em ambiente de selva.

Na região amazônica está localizada a maior bacia hidrográfica do planeta, cortada pela linha do Equador e correspondendo a cerca de 30% da área territorial da América do Sul. Sua densidade demográfica é a menor entre as regiões brasileiras e a maior parte da população vive às margens do rio, em áreas periodicamente alagadas. Estas áreas abrangem parte do território do Brasil, Guiana Francesa, Suriname, Guiana, Venezuela, Colômbia, Equador, Peru e Bolívia.

A Região Amazônica Brasileira coincide com a Amazônia Legal, criada pelo Governo Federal em 1966, compreendendo os estados de Maranhão, Pará, Tocantins, Amapá, Amazonas, Acre, Roraima, Rondônia e Mato Grosso,

abrangendo uma área total de aproximadamente 60% do território nacional. Neste imenso espaço territorial, encontra-se a bacia hidrográfica do Rio Amazonas/Solimões, segundo maior do mundo em extensão e maior do mundo em volume de água. Os seus afluentes, por possuírem regimes de cheias e vazantes em épocas diferentes, garantem a navegação durante todo o ano, fazendo a vez das estradas nas comunicações entre os diversos núcleos populacionais.

A Bacia Amazônica tem uma característica própria de regime de águas. Esta característica implica em uma variação de cheias e vazantes que interfere diretamente na navegabilidade dos rios da região em momentos diferentes durante o correr do ano.

Por ter sua posição geográfica paralela ao Equador, a Bacia do Amazonas tem seu regime de águas diretamente influenciado pelos dois máximos de pluviosidade dos equinócios (BRINGEL, 2005). Desta forma, seu regime é conhecido como regime fluvial de duas cheias, pois a bacia Amazônica está sujeita a um regime de interferência, por ter contribuintes dos hemisférios Norte e Sul, coincidindo a cheia de um hemisfério com a vazante do outro.

Segundo Bringel, o clima predominante de elevada pluviosidade na quase totalidade do seu território faz com que a Bacia Amazônica apresente a mais densa e rica rede de drenagem existente, que resulta no maior sistema fluvial da Terra. Recolhendo grande parte da precipitação pluvial do Globo, os rios da Bacia Amazônica são permanentemente caudalosos. Escoando cerca de 20 % do volume de toda a água doce do planeta, o rio Amazonas possui a maior vazão já medida, carregando 15 a 20% da água que todos os rios do mundo conduzem aos oceanos (2005).

Apesar de possuir uma drenagem predominantemente do tipo exorréica (quando o rio corre para fora do continente), a Bacia Amazônica apresenta a particularidade de se comunicar com outras grandes bacias hidrográficas sul-americanas, permitindo navegação por pequenas embarcações durante todo o ano.

O regime dos rios da Bacia Amazônica está, principalmente, condicionado ao regime pluvial que impera nesta vastíssima área geográfica, apesar do Amazonas e seus formadores ocidentais de origem andina tenham também uma alimentação nival. Entretanto, a água proveniente do derretimento das neves andinas representa uma contribuição bem pequena quando comparada com o formidável volume de água que cai na grande bacia (BRINGEL, 2005).

A Bacia Amazônica é cortada pela linha do Equador em sua porção norte. Desta forma, ela sofre, portanto, a influência do regime fluvial dos dois Hemisférios: no verão austral a vasta porção sul da bacia (onde se forma o Rio Solimões), cerca de seis vezes maior que a norte, recebe maior quantidade de chuva que esta última, ocorrendo o inverso no verão boreal, quando as precipitações são mais abundantes na porção norte (onde se origina o Rio Negro, principal tributário do Rio Amazonas).

A variação causada por este regime diferenciado, fazendo com que ao Norte da linha do Equador, na Bacia do Rio Negro, o máximo pluviométrico é observado de maio a julho, enquanto ao sul, na Bacia do Rio Solimões, o máximo se apresenta de dezembro a março (MOLINIER, GUYOT, *et al.*, 1995).

Como consequência deste regime para a Navegação Fluvial Militar, há que observá-lo no planejamento de operações táticas e nas atividades logísticas, para que este planejamento não seja inviabilizado pelas condições de navegabilidade, principalmente quando a rota necessária tenha que cruzar os dois hemisférios da Bacia Amazônica.

A Amazônia Brasileira, mundialmente conhecida pelos seus abundantes recursos naturais, é depositária de 30% da diversidade mundial e 20% da água doce do planeta (AMORIM, 2010). Desta forma, o mundo vem se interessando pela preservação da Amazônia, motivado pela ideia de que o Brasil não tem condições de manter este tesouro natural.

Para a pesquisa das potencialidades proporcionadas pelos recursos da Amazônia, foi criado pelo governo brasileiro o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) e o Centro de Biotecnologia da Amazônia (CBA), ambos sediados na cidade de Manaus.

Dentro do escopo de facilitar a pesquisa na Região Amazônica, considerando a dificuldade de deslocamento nesta área, um projeto que tem influência direta no assunto deste trabalho é o de Ciência e Tecnologia em Infraestrutura dos Portos da Amazônia, financiado pelo FINEP (Financiadora e Estudos e projetos), do Governo Federal Brasileiro. Este projeto envolve vários portos, com cinco em fase de elaboração: Manaquiri, Manicoré, Urucará, Eirunepé e Cainágua/Porto Velho (Figura 28).

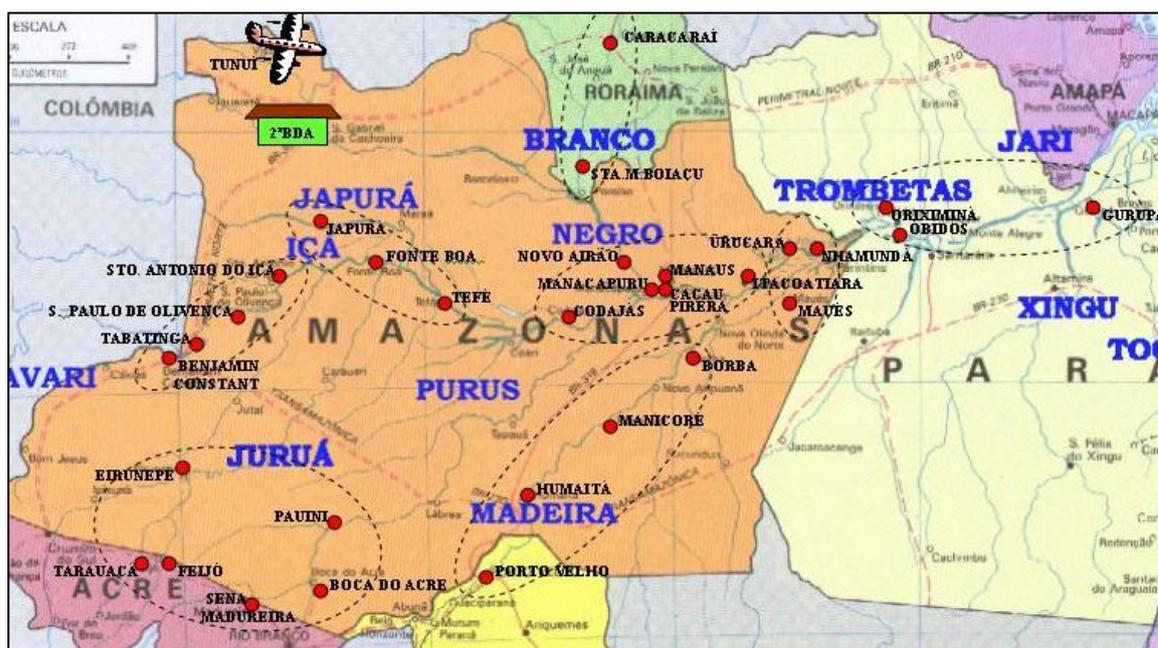


Figura 28 – Portos contemplados pelo CT Infra do FINEP.
Fonte: AMORIM, 2010.

A estruturação destes terminais portuários facilitará o transporte fluvial em toda região e, conseqüentemente, potencializará as capacidades da navegação militar na Amazônia. O Porto de Parintins, inaugurado em 2006, representou o projeto piloto deste empreendimento governamental.

A malha rodoviária da Região Amazônica é extremamente deficiente, em função da dificuldade de vencer a floresta e da capilaridade e navegabilidade proporcionadas pela bacia Amazônica.

Apesar de alguns projetos recentes contemplarem a revitalização de rodovias no interior da Amazônia, como no caso da BR-319, que ligará as cidades de Manaus e Porto Velho, não só a construção destas estradas, mas também sua manutenção tem um custo elevado, em função do desgaste que esta sofre com a ação da floresta tropical.

Além desta dificuldade, o custo de transporte pelo modal rodoviário é mais elevado que o realizado pelo modal hidroviário, chegando o rodoviário a custar nove vezes mais, em função do maior volume de carga que pode ser transportado por este último e a maior vida útil das embarcações em comparação aos caminhões (GARCIA, 2010).

O desenvolvimento da Amazônia passa, portanto, pela calha dos rios. Projetos de integração da América do Sul consideram os rios da Região Amazônica como pontos de ligação intermodal com rodovias em outros países (Figura 29).



Figura 29 – Proposta de integração Sul-americana
 Fonte: CARRASCO, 2010.

5.2 ASPECTOS PSICOSSOCIAIS

O desenvolvimento social da Amazônia esbarra na dificuldade de desenvolver socialmente a região. A distância das principais cidades da Amazônia para o restante do país, aliada a ausência de infraestrutura de transporte, são óbices para o desenvolvimento da região.

Soma-se a este fator o vazio demográfico resultante da impenetrabilidade da floresta com a ausência de ligações por modais de transportes, a biopirataria que retira ilegalmente recursos e patentes que deveriam ser de propriedade brasileira e a ambição internacional pela Amazônia como fonte de riquezas e preservação ambiental. Além disso, a permeabilidade da fronteira internacional possibilita o contrabando de armas e o tráfico de drogas para o interior do Brasil.

A resultante destes fatores culminou com a identificação pelo Estado Brasileiro da necessidade de tornar legal a ação das Forças Armadas junto à fronteira brasileira, que resultou na sanção, em agosto de 2010, de nova redação da Lei Complementar Nr 97/99, que passa a dar poder de polícia às Forças Armadas na faixa de fronteira, a qual será abordada posteriormente.

5.2.1 A Biopirataria

A questão da biopirataria é um assunto obscuro que carece de informações idôneas e objetivas, para que não esbarre somente em teorias da conspiração.

Apesar das incertezas, a título de ilustração, um caso que marcou o fato e serve de exemplo de como a falta de controle dos recursos naturais brasileiros pode ser prejudicial para a economia do Brasil foi o do cupuaçu.

O cupuaçu é um fruto típico da Amazônia, com um valor de mercado relativamente alto, cujos processos de extração de óleos para a fabricação de cosméticos e chocolates foi patenteada por empresas estrangeiras, particularmente japonesas (AMAZONLINK.ORG, 2010).

Apesar do caso em questão não se caracterizar explicitamente por biopirataria, considera-se no mínimo questionável a prática de patenteamento de plantas tradicionalmente cultivadas na Amazônia.

Portanto, se fazem imprescindíveis o controle e proteção das riquezas naturais brasileiras. Neste contexto, as forças armadas podem ter papel ativo nesta atividade, através de ações de patrulha, fiscalização e repressão na faixa de fronteira.

A questão da biopirataria é só a “ponta do iceberg” quando se trata de ambição internacional sobre a Amazônia.

A dificuldade que o Estado Brasileiro tem de promover o povoamento desta região resulta em um vazio demográfico que, de acordo com dados do IBGE, os

Estado do Amazonas, o maior da federação, tem uma ocupação demográfica inferior a 3 habitantes por quilômetro quadrado (Km²) (IBGE, 2010).

Este número, somado aos mais de 11.000 Km de fronteiras terrestres no entorno amazônico (CMA, 2010), concorrem para uma ausência do Estado Brasileiro e, conseqüentemente, resultam em um vazio de poder nesta região.

O fato acima exposto, aliado a questões ligadas à produção e tráfico de armas e entorpecentes nos países limítrofes à Região Amazônica, implicam em uma grande dificuldade no controle destas fronteiras. Em função disto, o Governo Federal sancionou uma Lei Complementar 136/2010, que altera o texto da Lei Complementar 97/1999, que dispõe, entre outros assuntos, sobre o emprego das Forças Armadas no controle da fronteira brasileira.

5.2.2 O controle Legal da fronteira pelas Forças Armadas

Sancionada em 25 de agosto de 2010, a Lei Complementar 136/2010 dá poder preventivo e repressivo às Forças Armadas no controle das fronteiras brasileiras.

Às Forças Singulares foi atribuída a autorização de revista, prisão em flagrante delito e outras ações que eram, anteriormente, exclusivas das polícias judiciárias, conforme extrato da Lei abaixo, publicada no Diário Oficial da União no dia 26 de agosto de 2010:

[...]

Art. 16-A. Cabe às Forças Armadas além de outras ações pertinentes, também como atribuições subsidiárias, preservadas as competências exclusivas das polícias judiciárias, atuar, por meio de ações preventivas e repressivas, na faixa de fronteira terrestre, no mar e nas águas interiores, contra delitos transfronteiriços e ambientais, isoladamente ou em coordenação com outros órgãos do Poder Executivo, executando, dentre outras, as ações de:

I - patrulhamento;

II - revista de pessoas, de veículos terrestres, de embarcações e de aeronaves; e

III - prisões em flagrante delito.

Parágrafo único. As Forças Armadas, quando do emprego para zelar pela segurança pessoal das autoridades nacionais e estrangeiras em missões oficiais, isoladamente ou em coordenação com outros órgãos do Poder Executivo, poderão exercer as ações previstas nos incisos II e III deste artigo (IMPrensa Nacional, 2010).

A Lei Complementar 97/1999 estabelece como faixa de fronteira 150 Km a partir da linha fronteira. Assim, as Forças Armadas passam a desempenhar o protagonismo no combate a ilícitos transfronteiriços. Com a publicação da Estratégia

Nacional de Defesa, em 2008, o Exército Brasileiro elaborou o Processo de Transformação da Força Terrestre.

5.3 A PRIORIDADE DA END PARA O ENTORNO AMAZÔNICO

Como foi estabelecida pela Estratégia Nacional de Defesa, a prioridade atribuída para a defesa da Região Amazônica concorreu para o planejamento de processos, projetos e programas por parte do Exército Brasileiro para levantar e estabelecer necessidades para atender às demandas da END.

5.3.1 Os projetos existentes para o desenvolvimento da defesa na região

Com a publicação da Estratégia Nacional de Defesa, o Comando do Exército Brasileiro elaborou e aprovou, em 1º de julho de 2009, o Plano Estratégico para a Reestruturação do Exército para os anos de 2011-2014 (PEREX).

O PEREX elenca uma série de programas e projetos para a reestruturação da Força Terrestre, dos quais são relevantes para este trabalho a implantação do Núcleo do Centro Regional de Inteligência de Sinais do Comando Militar da Amazônia e a implantação do Centro de Comunicações e Guerra Eletrônica do Exército (CComGEX). Este último já está em operação desde 2009, na Capital Federal (BRASIL, 2009).

Estes projetos colaboram com o estabelecimento de um sistema de C² robusto e eficiente, que trará vantagens operacionais para o emprego das comunicações da navegação fluvial militar na Amazônia.

Entretanto, como foi apresentado nos capítulos anteriores deste trabalho, o Exército Brasileiro está passos atrás do que se considera ideal para uma Força Armada de um país com a importância geopolítica do Brasil, em especial no que se refere ao continente sulamericano.

No intuito de fazer da Força Terrestre uma referência dentro do contexto da América do Sul, atendendo às diretrizes da END, o EME elaborou, com base em estudos e diagnósticos, o Processo de Transformação do Exército.

Esta publicação, divulgada em 10 de maio de 2010, estabelece parâmetros dos conflitos atuais para os quais o Exército Brasileiro deve desenvolver

capacidades de atuação. Dentro deles se encontra, por exemplo, o C⁴ISR, abordado anteriormente.

Cabe ressaltar a grande quebra de paradigmas que este processo propõe, pois o desenvolvimento de novas capacidades, que estabelece a transformação da Força Terrestre, extrapola os processos de modernização e adaptação que estavam sendo levados a cabo nas últimas décadas.

Nos pontos que marcam a transformação, destaca-se a interoperabilidade e a gestão da informação, que estão diretamente ligados ao Sistema de Comando e Controle.

Vale destacar que, na América do Sul, o protagonismo de transformação de Exército Nacional vem sendo desempenhado pelo Chile, que iniciou seu processo no ano de 2002 (BRASIL, 2010).

Em seu diagnóstico, o EME identificou uma grave desatualização doutrinária, ineficiência dos Sistemas Operacionais e a situação de obsolescência, sucateamento e insuficiência de equipamentos e suprimentos (BRASIL, 2010).

Dentro desse processo, foram planejados programas de reestruturação do Exército Brasileiro, dentro dos quais se destaca, em função deste trabalho, o Programa Amazônia Protegida.

O Programa Amazônia Protegida abrange três projetos principais: os pelotões especiais de fronteira, o Sistema Integrado de Monitoramento da Fronteira (SISFRON) e a reestruturação das Brigadas de Selva.

O SISFRON tem ligação direta com o assunto abordado neste trabalho, pois o Estado-Maior do Exército visualizou que a Força Terrestre deve desenvolver capacidades críticas até o ano de 2030, no sentido de não fortalecer o conceito de relativização da soberania brasileira sobre a Amazônia, como ocorre no imaginário de grande parte da opinião pública internacional (EME, 2010).

Para implementar o SISFRON, foi planejado o monitoramento da faixa de fronteira, de modo a ensejar maior eficiência operacional aos eventuais alertas proporcionados pelo sistema.

Nesse contexto, o SISFRON será o integrador de um complexo sistema de Comando e Controle em rede, que deverá ser capaz de estabelecer uma consciência situacional que proporcionará a ação de atuadores no mais curto prazo, como exige a doutrina de GCR.

Desta forma, o SISFRON será uma ferramenta essencial para o Comando e Controle da Região Amazônica, que possibilitará o emprego de meios na faixa de fronteira, dentro dos quais os meios de navegação fluvial. Assim, estas embarcações e suas sedes deverão estar interligadas para que seu emprego seja efetivo.

Contudo, o Comando e Controle na Amazônia, em especial o sistema de comunicações, se depara com uma série de dificuldades de emprego em função das características fisiográficas da floresta amazônica, cujas influências sobre os sistemas de comunicações serão elencadas a seguir.

5.4 A INFLUÊNCIA DO MEIO AMAZÔNICO PARA AS COMUNICAÇÕES MILITARES

Segundo Salles (2008), a organização hierárquica da força militar, em escalões de subordinação, requer um Comando e Controle composto de redes modulares, que permitam a interoperabilidade entre as frações em qualquer situação na qual ocorra a interrupção das comunicações. Desta forma, o sistema de C² poderá garantir a mobilidade e a agilidade que o combate moderno demanda: permitir comunicações velozes, de dados e voz, entre indivíduos móveis.

O Exército Brasileiro adotou uma estrutura de sistema de comunicação militar com duas vertentes: o Subsistema Estratégico e o Subsistema Tático. O Estratégico pode ser definido como aquele utilizado em tempo de paz, já o Subsistema Tático de Comunicações é o empregado em exercícios, simulações de combate real. Logo, este último requer maior mobilidade e, conseqüentemente, possui enlaces com menor capacidade (SALLES, 2008).

A floresta amazônica tem grande ingerência sobre o desempenho das comunicações militares em sua área. As características técnicas que envolvem o emprego dos meios de comunicações sofrem degradações em função da selva, que influem diretamente no planejamento de emprego, tipos de equipamento utilizados e outros fatores relevantes para o Comando e Controle nesta região.

A densa vegetação do ambiente de selva influi diretamente na absorção das ondas eletromagnéticas, com a redução de sua penetrabilidade à medida que se aumenta a frequência de operação. Ou seja, em certos casos, já foi constatada a

perda de 70% do alcance nominal dos rádios em VHF (*Very High Frequency* – Frequência Muito Alta), cuja operação se dá com a frequência acima de 30 MHz (SCHMIDT, 1989, p. 19). Assim, a utilização de equipamentos em VHF é praticamente inviabilizada pela atenuação de seu sinal pela vegetação.

A utilização de frequências mais baixas, que sofrem menos atenuação da vegetação, demanda por mais elevados valores de potência e antenas de grandes dimensões. A utilização de um equipamento com maior potência representa agregar mais peso ao rádio, o que reduz sua portabilidade.

Em contrapartida, as frequências mais baixas, como a HF (*High Frequency* – Alta Frequência), que vai de 3 MHz a 30 MHz, tem algumas desvantagens, em especial no que tange à segurança, pois suas ondas são de longo alcance, o que facilita sua interceptação pelo inimigo. Para reduzir esse óbice, tecnologias de proteção podem ser empregadas.

Outros aspectos inerentes da região amazônica afetam diretamente a eficiência dos rádios. A ação da umidade, por exemplo, degrada os componentes eletrônicos, o que reduz a vida útil dos equipamentos, particularmente as baterias, e requer uma constante manutenção.

A exposição dos equipamentos a água, seja dos próprios rios ou das chuvas constantes, implica na necessidade de que o equipamento seja impermeável ou, pelo menos, resistente à água.

Para as comunicações da navegação fluvial militar, as mesmas considerações são válidas, o que faz imperioso estudar esta influência, suas causas e consequências e possíveis soluções de emprego de comunicações que atenuem estes óbices técnicos, bem como atendam às necessidades tecnológicas e doutrinárias impostas pelo combate moderno, como o emprego centrado em redes, estudado anteriormente.

5.4.1 Princípios de Emprego das Comunicações

Para que se possa entender como se processa esta influência da selva amazônica sobre as comunicações militares, para efeito de planejamento e a utilização dos seus sistemas, deve-se compreender e estudar o conhecimento doutrinário dos seus princípios e características de emprego. Estes dados são requisitos básicos na aplicação dos meios de comunicações e serão abordados a seguir.

As comunicações militares são regidas por princípios de emprego, definidos no Manual de Campanha C11-1 – Emprego das Comunicações:

Quadro 1 - Princípios de Emprego das Comunicações

Princípios de Emprego das Comunicações Militares	Descrição
Tempo Integral	Operar 24 horas por dia, todos os dias.
Rapidez	Estabelecer contato em tempo útil para surtir os efeitos desejados.
Amplitude de desdobramento	Estar operacional em todo teatro de operações.
Integração	Operar simultaneamente com os sistemas dos escalões superior e subordinado.
Flexibilidade	Adequar-se rapidamente às mudanças das operações táticas e das organizações militares.
Apoio em profundidade	Apoio do escalão superior (mais recuado) para com os escalões subordinados (mais avançados).
Continuidade	Retomar as comunicações e mantê-las a qualquer custo, mesmo que o escalão considerado não seja o responsável.
Confiabilidade	Estar sempre disponível, estabelecendo caminhos alternativos para a transmissão das mensagens.
Emprego Centralizado	Concentrar meios em centros e eixos de comunicações permitindo melhor aproveitamento dos mesmos.
Apoio Cerrado	Encurtar distâncias sempre que possível para facilitar as comunicações.
Segurança	Impedir ou pelo menos dificultar a obtenção da informação pelo inimigo.
Prioridade	Estabelecer comunicação e transmitir mensagens de acordo com a prioridade estabelecida.

Fonte: BRASIL, 1995.

Dos conceitos acima, percebe-se que muitos dos princípios de emprego das comunicações militares também são válidos para o conceito de guerra centrada em redes, tais como a amplitude de desdobramento, a integração e a segurança.

A concepção de redes de comunicações é regida por princípios gerais baseados nos princípios de emprego acima apresentados, mapeados por Salles (2008), da seguinte forma:

Quadro 2 – Princípios Gerais das Comunicações

Princípios Gerais	Princípios de emprego das comunicações militares
Escalabilidade	Amplitude de desdobramento, Integração.
Desempenho	Tempo Integral, Rapidez, Confiabilidade, Continuidade, Prioridade.
Segurança	Segurança.
Gerenciabilidade	Apoio em profundidade, Emprego centralizado, Apoio cerrado.
Usabilidade	Flexibilidade.

Fonte: SALLES, 2008.

O emprego dos princípios gerais explora conceitos e características técnicas que têm estreita ligação com os princípios de GCR abordados anteriormente.

O conceito de escalabilidade, por exemplo, caracteriza-se como a capacidade de um sistema expandir-se sem degradar-se. Dessa forma, os componentes da rede devem ser dimensionados para crescer usuários sem alterar seus parâmetros.

O desempenho deve estar ligado principalmente à redundância, que deve possibilitar o funcionamento da rede com apenas 50% dos seus recursos. Estes recursos devem, ainda, ser protegidos por meio de senhas, criptografia e outros meios, o que caracteriza o princípio da segurança.

Cabe ressaltar que quanto mais transparentes estes recursos e características técnicas forem ao operador, mais evidente se apresenta a usabilidade do sistema. Ou seja, mais facilitada fica a adaptação de um novo usuário à interação na rede de comunicação. Esta característica é desejada, pois a rotatividade geográfica e funcional dos militares do Exército Brasileiro enseja a rápida adaptação às novas atividades e funções.

O Exército, no intuito de padronizar meios, doutrina e procedimentos, bem como integrar os diversos escalões, constituiu o Sistema de Comando e Controle do Exército.

5.4.2 O Sistema de Comando e Controle do Exército

O Sistema de Comando e Controle do Exército é um meio auxiliar do comandante, a fim de apoiar e facilitar a tomada de decisões (BRASIL, 1995).

O Exército estrutura o Sistema de Comunicações do Exército (SICOMEx) em Sistema Estratégico de Comunicações (SEC) e Sistema Tático de Comunicações (SISTAC).

O SEC permite a ligação e integração com sistemas de comunicações do Ministério da Defesa e de outros Ministérios, como o Sistema de Proteção da Amazônia (SIPAM).

O SISTAC é o conjunto de meios de comunicações e informática pertencente às Unidades operacionais do Exército, voltado ao emprego de tropas. Está subdividido em SCA (Sistema de Comunicações de Área) e SCC (Sistema de Comunicações de Comando).

Para as ligações nas operações, os escalões da Força Terrestre utilizam diversos tipos de enlaces⁶⁹, dos quais, em ambiente de selva, se destaca o enlace por tropodifusão, utilizado em regiões inóspitas e que ofereçam dificuldades à instalação de repetidores rádio. Logo, esse tipo de enlace se vale das características de propagação das ondas eletromagnéticas na faixa de UHF pela troposfera⁷⁰.

Outro Sistema de Enlace fundamental para o emprego na Região Amazônica é o sistema rádio, em especial o que trabalha na faixa de HF (*High Frequency*). Esta faixa de frequência tem características de emprego específicas, as quais serão exploradas mais a frente.

5.4.3 Aspectos Técnicos das Comunicações Militares

A concepção de sistemas de comunicação militares, bem como a avaliação destes sistemas utiliza os princípios gerais já abordados. Além desses princípios, outros são fundamentais para o estabelecimento de um sistema de comunicações militar confiável, seguro e eficiente: o alcance, a capacidade e a mobilidade. Estes três requisitos são estreitamente relacionados pois, ao se variar um deles, os outros também variam de forma inversa. Esta relação fica clara por meio da visualização do chamado por Salles (2008) de triângulo de compensação (Figura 30).

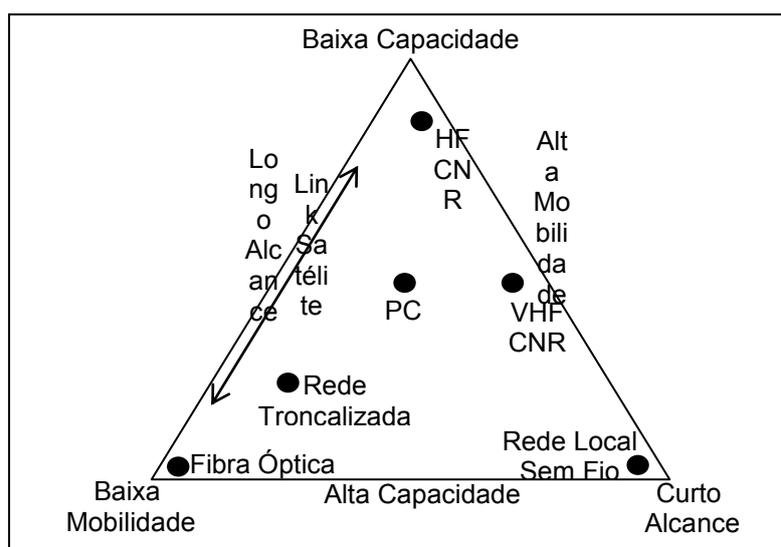


Figura 30 - Capacidade x Mobilidade x Alcance.
Fonte: SALLES, 2008.

⁶⁹ Chama-se de sistema de enlace os tipos de sistemas de comunicação, na forma como se caracterizam fisicamente. Podem ser por satélite, microondas, tropodifusão, físico, mensageiro ou rádio HF e VHF. Este último é o mais utilizado pelo Exército Brasileiro no SISTAC.

⁷⁰ A troposfera é a camada mais baixa da atmosfera, na qual vivemos e respiramos. A troposfera vai do nível do mar à 12 Km de altitude. Fonte: SUA PESQUISA. Camadas da Atmosfera. Disponível em: <http://www.suapesquisa.com/geografia/camadas_atmosfera.htm>. Acesso em: 30 Dez 2010.

Este triângulo de compensação permite uma rápida avaliação da pertinência de uma determinada tecnologia de comunicação quanto ao emprego em uma operação militar (SALLES, 2008).

Mesmo considerando os diferentes tipos de enlace, cabe lembrar a necessidade de todo o sistema funcionar em rede, proporcionar a consciência situacional para o comando e, principalmente, suportar a capacidade de tráfego necessária para garantir o desempenho da rede.

Para isso, há a necessidade de investimentos em pesquisa de tecnologias, a fim de possibilitar a transformação que o Exército Brasileiro deseja, no tocante ao seu Comando e Controle, em particular no cenário amazônico.

No tocante às Comunicações Táticas na Amazônia, o rádio se apresenta, em uma primeira visão, como solução mais imediata para o estabelecimento de enlaces de comunicação, já que meios como o físico e por microondas são impraticáveis em função da floresta.

Portanto, é importante que se entenda como o espectro eletromagnético é influenciado pela selva amazônica, bem como que soluções ou alternativas podem ser estabelecidas para reduzir os efeitos desta influência.

O espectro eletromagnético é a distribuição da intensidade da radiação eletromagnética com relação ao seu comprimento de onda ou frequência, dentro de um campo eletromagnético (UFRGS, 2010).

O espectro eletromagnético é dividido em regiões, em função do comprimento das ondas eletromagnéticas que transitam nele (Figura 31). Dentro da faixa do espectro se encontram os raios x, as microondas, a faixa de luz visível, o infravermelho e as ondas de radiofrequência, cujo comprimento de onda está acima de 10 cm, onde começa a faixa de muito baixa frequência (VLF – *Very Low Frequency*).

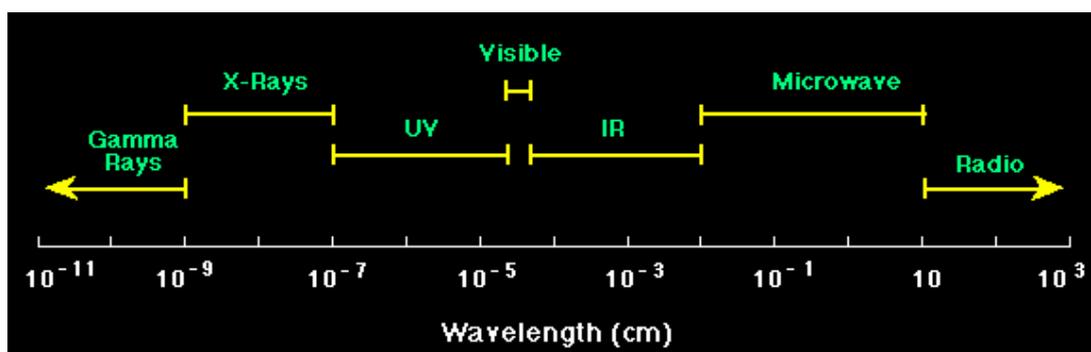


Figura 31 – O Espectro Eletromagnético.
Fonte: UFRGS, 2010.

O rádio possui o comprimento de onda mais longo do grupo, e a frequência mais baixa. As ondas eletromagnéticas resultam da interação entre um campo elétrico e um campo magnético. A velocidade de uma onda de rádio é sempre o produto do comprimento de onda pela frequência, qualquer que seja o meio. A relação pode ser resumida por: $c=fl$, onde:

c = velocidade em metros/segundo;

f = frequência em Hertz; e

l =comprimento de onda em metros (CAMPOS, 2002).

A faixa de frequência de HF (Alta Frequência), que vai de 3 a 30 MHz, pode se propagar a um receptor distante por três formas diferentes: por ondas terrestres, para distâncias curtas de até 100 Km sobre a terra, mas depende de fatores como a altura da antena, polarização, solo, vegetação, estado do terreno, entre outros; por onda direta ou linha de visada; ou por ondas celestes, que tem por característica fundamental a propagação ionosférica, onde as ondas são refletidas nesta camada atmosférica (CAMPOS, 2002).

Ou seja, as ondas em HF não necessitam exclusivamente de visada direta para a transmissão de voz ou dados, pois elas podem ser lançadas na ionosfera e refletidas no terreno, onde os receptores podem captá-las e recuperar a mensagem originalmente enviada (Figura 32).

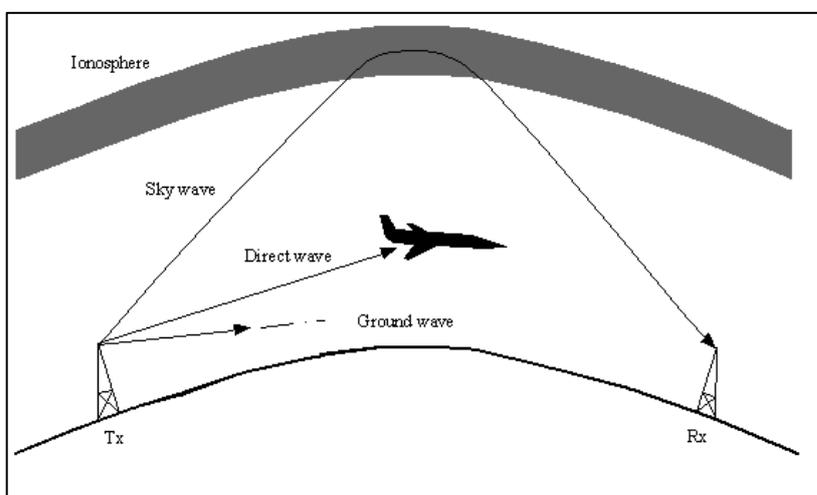


Figura 32 – A reflexão ionosférica da radio frequência.
Fonte: UFRGS, 2010.

Entretanto, o ajuste do espectro eletromagnético para este tipo de comunicação varia extremamente de acordo com o conjunto de fatores (WORLDLINGO, 2011):

- Luz solar/escuridão no local da transmissão e recepção;
- proximidade entre transmissor e receptor;
- Atividade solar;
- Frequência máxima e mínima da operação dentro da escala de HF;
- Aurora polar; e
- Direcionamento e dimensão da antena.

A onda em HF tem um melhor desempenho durante a operação à noite, pois durante o dia existe uma maior absorção da onda ionosférica (BRASIL, ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO, 1997, p. 4-14).

Este tipo de onda, apesar de ter a vantagem de não necessitar de via direta, tem seu sinal atenuado pela distância percorrida e pode criar “zonas de silêncio”, que são áreas onde a reflexão das ondas emitidas não chega, o que impossibilita sua recepção. (Figura 33).

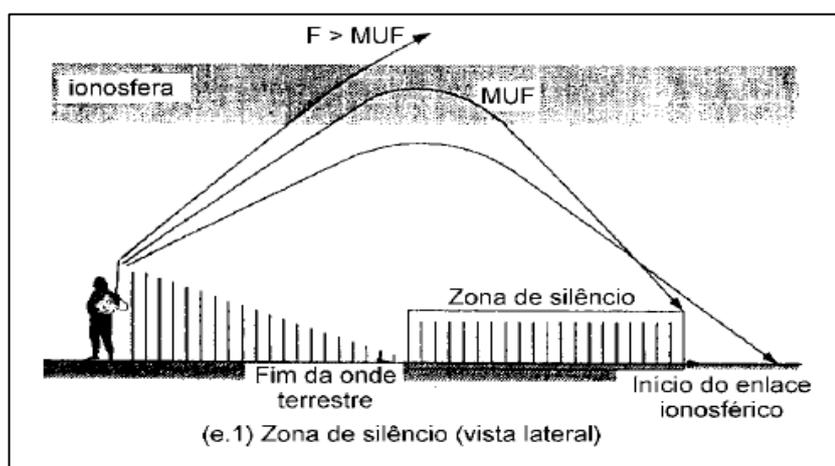


Figura 33 – Zona de Silêncio por propagação ionosférica.
Fonte: BRASIL. ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO, 1997.

A transmissão de voz e dados por meio de radiofrequência sofre interferências de diversas origens, que acabam por atenuar a intensidade do sinal de radiofrequência propagado. Conforme o Manual de Campanha C 24-18, Emprego do Rádio em Campanha, de 1997, os principais fenômenos que atenuam a onda de rádio são:

- a Reflexão, que altera a trajetória retilínea da onda e que são mais perceptíveis em sinais digitais (Figura 34);

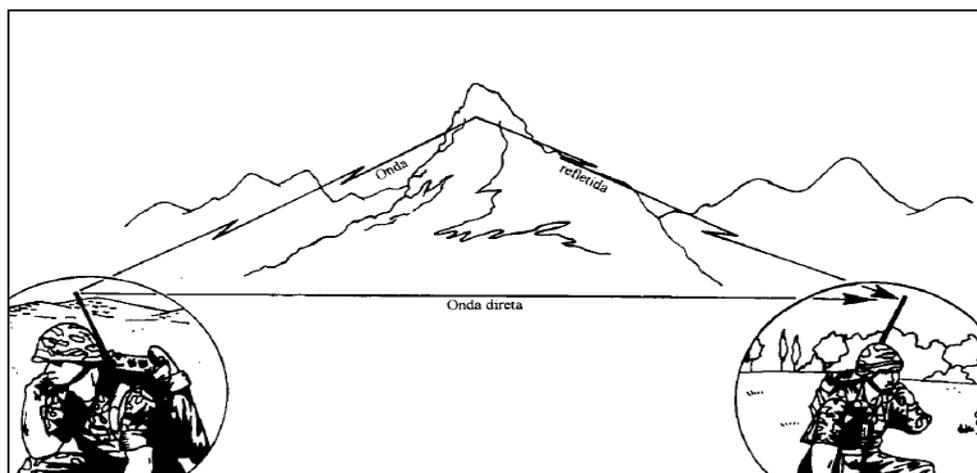


Figura 34 – Zona de Silêncio por propagação ionosférica.

Fonte: BRASIL. ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO, 1997.

- a Refração, que é caracterizada pelo encurvamento das ondas de rádio, que pode acarretar em perda da intensidade de sinal (Figura 35);

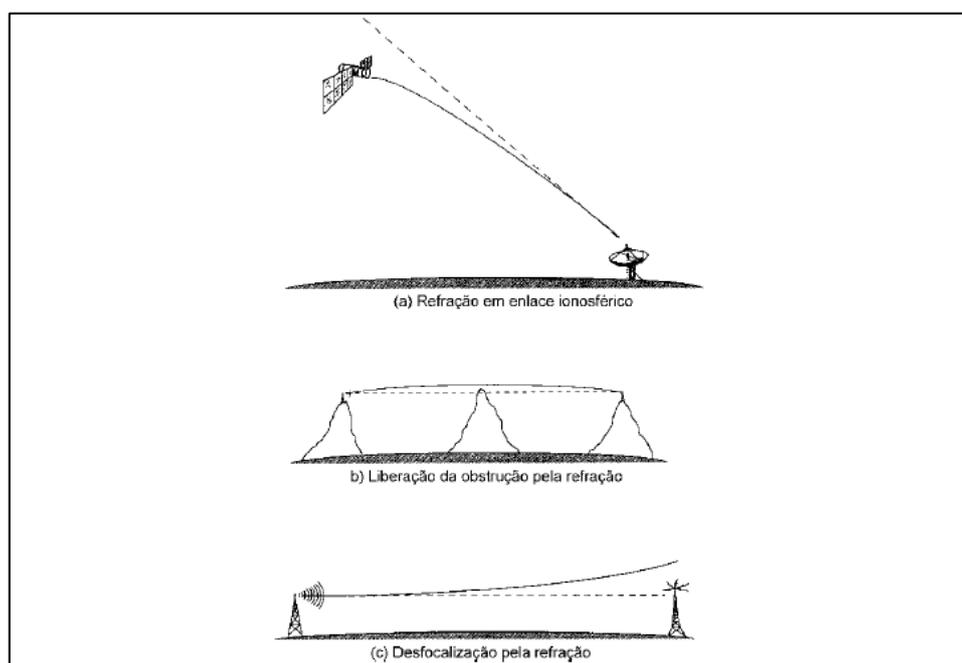


Figura 35 – Efeito da refração na propagação da onda de rádio.

Fonte: BRASIL. ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO, 1997.

- a Difração, que consiste na atenuação por meio da transposição de um obstáculo pela onda de rádio (Figura 36);

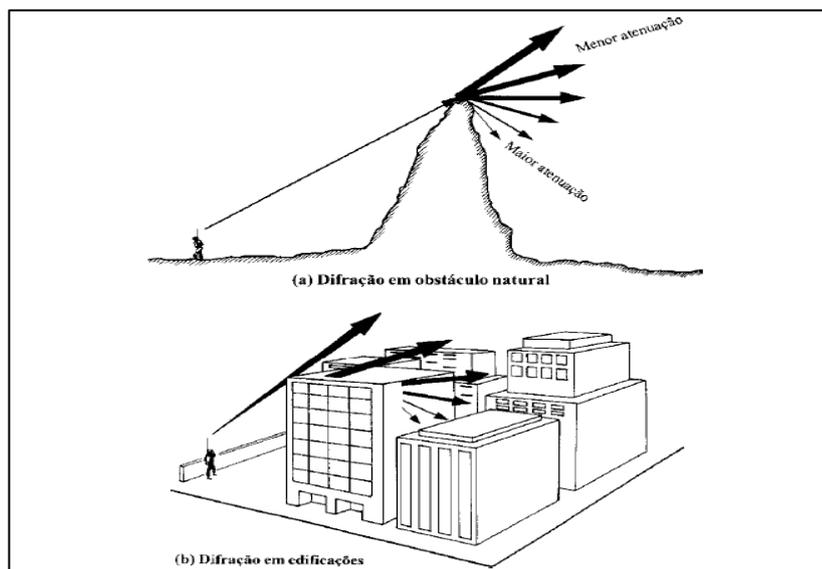


Figura 36 – Atenuação por difração da onda de rádio.
Fonte: BRASIL. ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO, 1997.

- o Espalhamento, que pode ser observado quando um feixe de luz incide em uma região com neblina. O efeito é de um “espalhamento” da luz em diversas direções, além daquela originalmente tomada pelo feixe principal. Os enlaces realizados por meio do espalhamento das ondas eletromagnéticas denominam-se de “espalhamento troposférico” ou “tropodifusão”⁷¹ (Figura 37); e

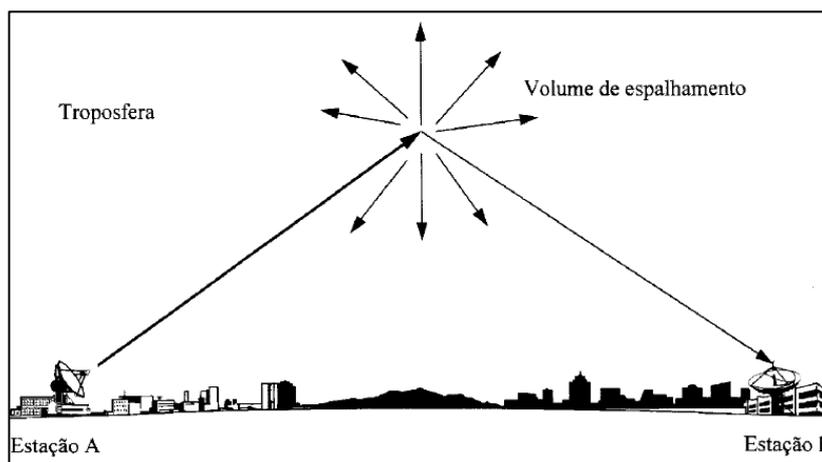


Figura 37 – Atenuação por espalhamento da onda de rádio.
Fonte: BRASIL. ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO, 1997.

- a Absorção, que ocorre quando uma onda eletromagnética incide sobre uma superfície (solo, água, edificações) e parte da energia é refletida e outra tende a propagar-se para dentro do material, sendo absorvida neste trajeto (Figura 38);

⁷¹ Este tipo de enlace é apropriado para regiões com extensas áreas de **florestas**, áreas montanhosas, extensões de água, ou de difícil acesso ou travessia (BRASIL. ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO, 1997, grifo nosso).

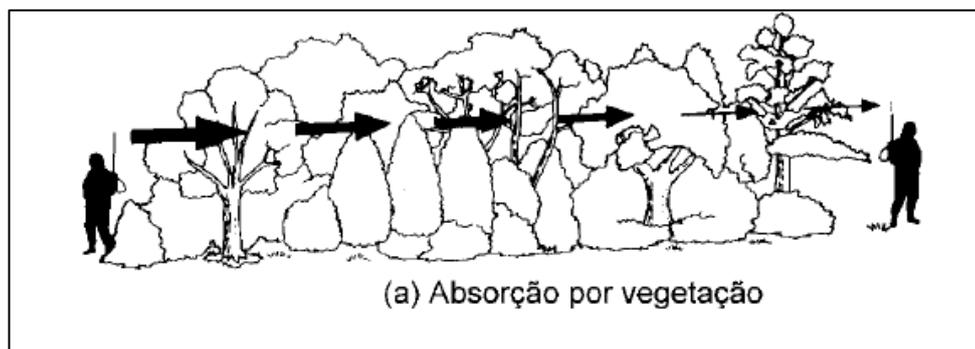


Figura 38 – Atenuação por absorção da onda de rádio.

Fonte: BRASIL. ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO, 1997.

A densa vegetação tem a capacidade de absorver as ondas eletromagnéticas com maior intensidade à medida que se aumenta a frequência de operação da rede rádio e, conseqüentemente, diminui substancialmente seu poder. Em certos casos, já houve perda de 70% do alcance dos rádios dos Grupos I e II, cuja frequência é superior a 30 MHz. Este fato os torna inapropriados para o emprego em ambiente de selva (SCHIMIDT, 1989).

As frequências mais baixas, como as bandas de HF, MF e LF, sofrem menor atenuação por parte da vegetação. Entretanto, estes equipamentos exigem elevados valores de potência e antenas de grandes dimensões para seu funcionamento.

A elevada umidade da região amazônica reduz a vida útil das baterias e componentes eletrônicos dos equipamentos rádio, bem como afeta fortemente a propagação do espectro eletromagnético.

As constantes tempestades, precedidas de fortes trovoadas, geram forte estática, o que compromete a recepção do sinal rádio.

A atividade solar e a conseqüente variação da camada ionosférica alteram a distância de salto da onda refletida, variando a “zona de silêncio”.

Assim, o equipamento rádio para o emprego em ambiente de selva deve ser robustecido o bastante para resistir às condições impiedosas impostas pela floresta, além de possuir recursos tecnológicos que o permitam manter o enlace neste ambiente operacional.

O fenômeno de espalhamento pode ser observado quando um feixe de luz incide em uma região com neblina. O efeito é de um “espalhamento” da luz em diversas direções, além daquela originalmente tomada pelo feixe principal (BRASIL. ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO, 1997).

O efeito é análogo ao que ocorre com as ondas de rádio. Um feixe de rádio ao incidir em na região da atmosfera denominada troposfera sofre este mesmo

fenômeno de espalhamento. Estes enlaces realizados por meio do espalhamento das ondas eletromagnéticas denominam-se de “espalhamento troposférico” ou “tropodifusão”.

A energia que se propaga em uma determinada direção é menor do que a de origem. Assim, os enlaces troposféricos exigem antenas com áreas elevadas, de dezenas a centenas de metros quadrados, a fim de se aumentar a parcela da energia a ser captada.

Os alcances variam entre algumas dezenas de km a algumas centenas de km, sem o emprego de repetidores, o que é uma vantagem caso o território intermediário possa sofrer ação inimiga. Este tipo de enlace é apropriado para regiões com extensas áreas de florestas, como na Região Amazônica.

Desta forma, a utilização das ondas em tropodifusão é um recurso interessante para as comunicações em ambiente de selva, apesar da necessidade de uma estrutura de antenas de grande tamanho para uma melhor captação deste tipo de onda.

5.4.4 Redes Rádio do Sistema Estratégico de Comunicações (RRSEC)

As Redes Rádio do Sistema Estratégico de Comunicações (RRSEC) são originárias do antigo Serviço Rádio do extinto Ministério do Exército. Estas redes utilizam enlaces rádio a partir de estações fixas operando na faixa de HF do espectro eletromagnético (PEREZ, 2008, p. 43).

Em função da propriedade de reflexão na ionosfera de ondas eletromagnéticas situadas neste intervalo de frequências, a faixa de HF tem a importante característica de permitir a comunicação em muito longas distâncias, além de transmissão com restrição de visada direta entre as antenas transmissora e receptora. Por estas características e em função de operarem independentemente do Sistema Nacional de Telecomunicações, segundo Perez (2008), as Redes Rádio constituem a mais fundamental estrutura de contingência dos sistemas de comunicações do Exército.

As Redes Rádio são subdivididas em Rede Rádio Fixa Principal (RRFP), Redes Rádio Fixas Seccionais (RRFS), Redes Rádio Privativas (RRP) e Redes Rádio Especiais (RRE).

A Rede Rádio Fixa Principal é constituída por 12 estações fixas, localizadas nas sedes dos Comandos Militares de Área e Regiões Militares isoladas.

O Comando Militar da Amazônia (CMA), sediado em Manaus/AM, é a estação fixa principal da Região Amazônica e, conseqüentemente, deveria possuir a mais complexa estrutura física, em função das dificuldades de comunicações desta região.

Em geral, as Redes Rádio Fixas do Sistema Estratégico utilizam rádio digitais, com capacidade de transmissão de voz e dados, e dotados de mecanismo de estabelecimento automático de enlaces (ALE, do inglês “*Automatic Link Establishment*”)⁷².

5.4.5 O Sistema Tático de Comunicações (SISTAC)

O Sistema Tático de Comunicações foi criado para prover os necessários meios de comunicações às tropas operacionais em missões de campanha ou adestramento. O SISTAC é o conjunto de meios de comunicações e informática destinados ao preparo e emprego de tropas, utilizando pessoal e material orgânicos (BRASIL. ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO, SIPLEX, 2008).

O SISTAC deve estabelecer os sistemas de comunicações da malha de centros nodais em suporte às Unidades Militares desdobradas em uma determinada área de operações. Para isso, deve valer-se de uma diversa gama de equipamentos fixos ou móveis.

Doutrinariamente, são previstos enlaces físicos dos tipos mais variados, a serem empregados segundo a situação tática e condições do terreno especificamente presentes. Assim, os diversos subsistemas que constituem o SISTAC devem, em tese, ser capazes de estabelecer ligações tão diversas quanto via rádio (faixas de HF, VHF, UHF e microondas), satélite, telefone, internet, fios, etc.

A capacidade de se conectar ao Sistema Estratégico de Comunicações do EB, com o SISCOMIS e demais sistemas de outras Forças Armadas ou Policiais envolvidas, bem como com o Sistema de Proteção da Amazônia (SIPAM) e o Sistema Nacional de Telecomunicações, são requisitos operacionais do SISTAC.

⁷² Os dispositivos de ALE permitem que sejam selecionadas automaticamente as melhores frequências de transmissão entre os dois pontos extremos do enlace rádio, dadas as condições de propagação momentâneas. As taxas de transmissão são relativamente baixas, tipicamente entre 600 e 2.400 bps, e as mensagens são transmitidas de forma não criptografada (PEREZ, 2008).

A base física prevista para a implantação das diversas estruturas de comunicações é dada pelos Módulos de Telemática (MT).

Apesar da grande abrangência de especificações para o Sistema Tático de Comunicações, a maior parte dos equipamentos atualmente em uso no SISTAC encontra-se defasada, não atendendo mais às necessidades operacionais do Exército (PEREZ, 2008, p. 46). O SISTAC, portanto, necessita de grande esforço de modernização e integração, para fins de interoperabilidade com o Sistema Estratégico de Comunicações (SEC).

Atualmente, o Exército dispõe de apenas um sistema completo, com nível tecnológico satisfatório e em condições de emprego operacional. Este conjunto foi produzido pela empresa britânica Marconi e encontra-se no 1º Batalhão de Comunicações (1º B Com), situado na cidade de Santo Ângelo/RS.

5.4.6 Recursos do SISTAC na Amazônia

Segundo visto acima, apesar dos sistemas integrantes do SISTAC serem capazes de empregar diferentes meios de comunicações, do ponto de vista da faixa de HF, a situação atual não é tão promissora.

Nos novos Módulos de Brigada desenvolvidos pelo CTEEx, foi adotado para operação em HF o conjunto rádio portátil XR 3060H, da família M3TR, produzida pela empresa alemã Rohde & Schwarz (Figura 39), com capacidade para realizarem transmissões de voz e dados a taxas nominais de até 9.600 bps, muito embora as taxas reais obtidas estejam bem abaixo deste limite.



Figura 39 – Transceptor ROHDE & SCHWARZ M3TR.
Fonte: (ROHDE & SCHWARZ, 2011).

Os rádios são também dotados de funcionalidades de COMSEC (do inglês “*Communications Security*”, ou “segurança das comunicações”), tais como criptografia, e de TRANSEC (do inglês “*Transmissions Security*”, ou “segurança das transmissões”), ao utilizarem salto em frequência. Por outro lado, estes equipamentos não dispõem de mecanismos de ALE, podendo tal restrição ser amenizada pelo emprego de *softwares* de predição de enlaces ionosféricos desenvolvidos pela Rohde & Schwarz. Apesar de ser um equipamento com bastante tecnologia embarcada, ele apresenta um custo muito elevado de manutenção, o que comprometeu a cadeia de suprimento desta família de rádios.

Quanto aos equipamentos HF comumente em uso no SISTAC, o mais difundido é o rádio System 600, fabricado pela empresa japonesa Yaesu (Figura 40). Este é um rádio portátil analógico destinado a uso civil, pois não atende às normas militares. Sua utilização deveu-se a seu baixo custo, sendo este rádio amplamente empregado em diversas unidades operacionais do EB, como as OM de Comunicações de Selva (PEREZ, 2008).



Figura 40 – Transceptor YAESU System 600.
Fonte: YAESU Communications, 2011.

O System 600, por ser um equipamento empregando modulação SSB analógica e previsto apenas para a transmissão de voz, não é dotado de capacidade de transmissão de dados. Para que possa ter este recurso, este modelo é usualmente acoplado à saída de computadores pelo uso de *modems*, possibilitando taxas finais de transmissão entre 300 e 1.200 bps. Também para conferir maior grau de segurança às comunicações empregando o System 600, foi desenvolvida pelo Centro de Desenvolvimento de Sistemas uma placa criptofônica (criptografia aplicada aos sinais de voz), por intermédio de convênio firmado entre o CDS e o Centro de Pesquisa e Desenvolvimento para a Segurança das Comunicações

(CEPESQ) da Agência Brasileira de Inteligência (ABIN). Foram produzidas 150 destas placas pela Fábrica de Material de Comunicações do Exército (FMCE) da IMBEL, as quais foram distribuídas para as OM situadas na Amazônia que utilizam este rádio (PEREZ, 2008, p.49).

Por fim, cabe destacar um ponto quanto ao uso da faixa de HF no SISTAC, principalmente nos escalões de nível mais baixo: a ausência de procedimentos padrões estabelecidos. Em função de restrições orçamentárias e falta de diretrizes específicas, diferentes OM acabam por implementar soluções não padronizadas, constituindo-se em iniciativas isoladas que dificultam a interoperabilidade dos sistemas.

5.4.7 A avaliação dos enlaces de HF versus satélite para as comunicações militares.

Os motivos anteriormente apresentados, com destaque para as restrições financeiras presentes no Brasil, fazem com que os sistemas em HF se configurem como uma alternativa para comunicações de contingência de longa distância para uso operacional, no escopo militar. Todavia, a importância militar dos enlaces em HF tem ressurgido em todo o mundo de uma forma geral, devido a uma série de fatores a seguir abordados.

A faixa de HF experimentou uma enorme importância histórica, em virtude da propriedade de reflexão na ionosfera das ondas eletromagnéticas propagantes situadas na faixa de frequências de 3 a 30 MHz (faixa de HF), a qual permite alcances de transmissão da ordem de milhares de quilômetros (NASCIMENTO *apud* PEREZ, 2008).

Entretanto, deve ser lembrado que os sistemas rádio em HF apresentam algumas limitações que impõem certos inconvenientes à sua utilização, tais como (GALDINO *apud* PEREZ, 2008):

- ocorrência do fenômeno de desvanecimento de canais de comunicação dentro desta faixa, quando alguns destes sofrem atenuações diferentes de seus canais adjacentes;

- são observadas, para enlaces em HF, diversas variações ao longo do tempo nas condições de propagação ionosférica. Estas variações ocorrem ao longo de diferentes períodos de tempo, desde intervalos de poucos minutos até ciclos de atividade solar de anos de duração. O resultado final é a oscilação nas taxas de

transmissão obtidas e a necessidade de emprego de operadores treinados, com experiência no uso de HF, com as correspondentes limitações que isto traz a seu emprego prático; e

- a padronização internacional adotada estabelece canais de comunicação bastante estreitos dentro desta faixa, com largura de banda de apenas 3 kHz. Tal banda limita consideravelmente o fluxo de dados para sistemas de comunicação modernos, destinados à transmissão de uma quantidade de informação muito superior àquela demandada quando da época da adoção de tais normas⁷³.

Pelos fatores acima apresentados, em meados do século passado os enlaces em HF perderam espaço para outras tecnologias como meio preferencial de suporte nas comunicações a longas distâncias, tais como os sistemas por satélite e por fibra óptica. As fibras ópticas apresentam como principal característica a enorme banda passante por um custo relativamente baixo, bem como a resistência a interferência eletromagnética, resultando porém em uma estrutura de comunicações fixa e que exige manutenção constante. Já os satélites apresentam, dependendo da banda empregada, grandes faixas passantes para cada *transponder*, dentro das dezenas de *transponders* usualmente disponíveis para cada satélite.

Uma vez que os sistemas por satélite rivalizam com as transmissões em HF no que tange à mobilidade, aspecto este fundamental do ponto de vista militar deve ser constatado que, quando comparados ao HF, os satélites apresentam significativas vantagens técnicas em termos de qualidade de transmissão, sendo as principais:

- O estabelecimento de enlaces entre as estações base e os satélites em linha direta e frequências mais elevadas propiciam uma qualidade muito superior de transmissão, com menores níveis de ruído e enlaces mais estáveis temporalmente quanto aos parâmetros de propagação;
- Um maior número de canais de comunicação disponíveis;
- Uma maior largura de banda em cada canal, o que acarreta maiores taxas de transmissão de informações; e
- Grandes áreas de cobertura da superfície terrestre, devido à altitude de posicionamento do satélite (JOHNSON apud PEREZ, 2008, p. 57).

Portanto, as grandes vantagens do ponto de vista técnico dos sistemas por satélite fizeram com que a nova tecnologia relegasse os antigos sistemas rádio a um

⁷³ Apenas a título de comparação, esta largura de canal é 1.400 vezes menor do que a utilizada para transmissão de canais de televisão analógica convencional, tal como recebida presentemente em nossas residências (PEREZ, 2008, p. 56).

papel de menor interesse, apesar dos custos bastante superiores dos sistemas satelitais em relação aos enlaces em HF.

Neste contexto, as comunicações em HF passaram a ser empregadas como sistemas de reserva ou aplicações específicas em que a mobilidade, a versatilidade e o baixo custo compensassem seu menor desempenho. Neste aspecto, é relevante observar que estes últimos são atributos de grande valor em sistemas táticos para uso no Exército Brasileiro, inclusive na atividade de navegação fluvial militar na Região Amazônica.

O quadro descrito acima prevaleceu por algumas décadas, até que acontecimentos recentes trouxeram de volta a atenção para a faixa de HF. Como exemplos de tais fatos que levam a uma reavaliação do papel dos sistemas em HF, podem ser citados:

- A percepção de que os sistemas de satélite apresentam uma maior vulnerabilidade operacional em horas críticas de conflito, em que ações de GE ou outras intervenções externas, ou ainda problemas de funcionamento dos próprios *transponders*, podem inutilizar sistemas inteiros de comunicações em nível estratégico ou tático;
- A dificuldade de estabelecimento de novos enlaces em determinadas áreas geográficas ou momentos imprevistos de crise, dos quais são exemplos os “atentados do onze de setembro”, conflitos no Oriente Médio e *tsunamis* da Ásia (MOURA *apud* PEREZ, 2008);
- A preocupação americana no estabelecimento de redes de emergência na faixa de HF formadas por radioamadores, de forma a serem facilmente integradas a outras redes em momentos críticos e o uso de enlaces HF para comunicações entre tropas americanas e seus aliados em conflitos recentes (GALDINO *apud* PEREZ, 2008); e
- Montagem no Brasil de uma rede em HF de emergência em 1999, reunindo meios das Forças Armadas, Defesa Civil, Polícias Militares e radioamadores, como parte de um plano de contingência para o caso de ocorrência de uma crise telefônica de âmbito mundial em função de possíveis consequências do “bug do milênio” (MOURA *apud* PEREZ, 2008).

Estes exemplos confirmam a necessidade de implementação de enlaces em HF, e que justificam o renovado interesse nestes sistemas ao longo da última década.

Dada a facilidade de implantação de um sistema independente, em regiões isoladas geograficamente e sem necessidade de nenhuma forma de suporte adicional em termos de infraestrutura, como no interior da Amazônia, os sistemas rádio em HF se apresentam adequados para utilização por forças militares. Segundo Galdino *apud* Perez (2008), de forma geral, a faixa de HF mostra-se particularmente útil em aplicações tais como:

- Transmissões além da linha de visada direta, com o emprego de sistemas móveis;

- Estabelecimento de ligações a partir de localidades remotas e com carência de infraestrutura, nas quais a instalação de redes de comunicação convencionais, utilizando meios guiados, seja inviável por questões técnicas ou econômicas;
- Comunicações a partir de áreas de catástrofes naturais, acidentes ou bombardeios, em substituição às redes danificadas;
- Realização de transmissões a partir de áreas de cobertura vegetal espessa, das quais a Amazônia constitui um exemplo típico, onde mesmo as comunicações via satélite sofrem alguma degradação; e
- Comunicações militares estratégicas ou táticas de contingência (GALDINO apud PEREZ, 2008).

Assim, verifica-se que a sobrevivência dos sistemas de enlace por HF foi alavancada por acontecimentos recentes, que conduziram a estudos os quais culminaram por eleger os sistemas em HF como imprescindíveis em certas atividades e ambientes operacionais, como em áreas de selva, em detrimento de sistemas de comunicações considerados mais nobres, como os satelitais.

5.5 AS COMUNICAÇÕES NAS OPERAÇÕES CONJUNTAS

Como estabelecido nas diretrizes da Estratégia Nacional de Defesa, bem como no Processo de Transformação do Exército, a capacidade de operar com outras Forças Armadas é um objetivo para o Exército Brasileiro.

Estas operações conjuntas, como são chamadas, requerem uma elevada capacidade de planejamento, comando, controle e coordenação das forças envolvidas. A mobilidade e a velocidade das forças e o grande tráfego de informações exigem um sistema de comunicações confiável, de alta capacidade de tráfego e seguro.

Cabe ressaltar que o sistema de comunicações é apenas uma parcela do sistema de Comando e Controle⁷⁴, cuja composição é complementada pelo pessoal, sistemática e doutrina, além dos equipamentos propriamente ditos (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2001).

Para a escolha dos meios de comunicações, aspectos técnicos e operacionais devem ser considerados. Para o emprego de equipamentos de comunicações na Amazônia, aspectos como a propagação, alcance, grau de sigilo e discriminação eletromagnética são fundamentais para a seleção do material a ser empregado. Estes quesitos remetem à necessidade de se obter o máximo de

⁷⁴ Entende-se por Sistema de Comando e Controle “o conjunto de instalações, comunicações, doutrina, procedimentos e pessoal essenciais para o Comandante planejar, dirigir e controlar as ações de sua organização, para que se atinja uma determinada finalidade” – Política para o Sistema Militar de Comando e Controle (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2001).

segurança nas transmissões das informações, até porque, mesmo em tempo de paz, a Região Amazônica possui uma larga faixa de fronteira com países que convivem com forças adversas que exercem atividades no Brasil, como o narcotráfico e crimes ambientais.

O aspecto segurança das comunicações⁷⁵ tem três classificações:

- Segurança Física;
- Segurança de Tráfego; e
- Segurança Criptológica.

A segurança física envolve medidas para salvaguardar o pessoal, equipamento e instalações de comunicações.

A segurança de tráfego consiste em medida a serem tomadas pelo operador do equipamento, no sentido de impedir ou dificultar ao oponente a obtenção de informações.

A segurança criptológica está diretamente ligada a tecnologia embarcada no material de comunicações. Portanto, este vetor da segurança é o foco a ser abordado na definição de um perfil de equipamento a ser utilizado para as comunicações na navegação fluvial da Amazônia, assunto a ser tratado no próximo capítulo deste trabalho.

5.6 CONCLUSÃO PARCIAL

A soberania do Estado Brasileiro sobre a Região Amazônica e suas riquezas vai depender da sua capacidade de proteger seus interesses em tão vasta área. A Amazônia, que possui o mais denso regime de rios da terra e ocupa mais de metade do território brasileiro, além da riqueza que guarda, exige, por suas características próprias, o desenvolvimento de uma doutrina específica de defesa militar.

Desta forma, o Exército Brasileiro vem realizando experimentações doutrinárias para adequar seus meios e emprego para esta região. A criação dos Cursos de Guerra na Selva e de Navegação Fluvial são exemplos de medidas tomadas pela Força Terrestre para definir um *modus operandi* específico para a selva.

⁷⁵ A Segurança das Comunicações consiste na proteção resultante de todas as medidas postas em execução para negar, impedir ou retardar a obtenção do conhecimento que trafega pelas suas redes (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2001).

Nos aspectos do Comando e Controle, a grande dificuldade de se estabelecer enlaces de comunicações em ambiente de selva tem sido um enorme obstáculo para o Exército Brasileiro. Soluções têm sido testadas ao longo dos últimos anos. O emprego de rádios VHF e UHF se mostrou inviável em função de efeitos da própria floresta sobre a propagação de suas emissões.

Para o SISTAC, o Exército Brasileiro adotou a modulação em amplitude na faixa de HF, que vai de 3 MHz a 30 MHz, como a melhor opção para a comunicação militar na região amazônica. Entretanto, o efeito da floresta sobre os equipamentos; as características de propagação deste tipo de sinal, como a reflexão ionosférica; e a restrição orçamentária imposta pela conjuntura nacional, acabaram por propiciar uma falta de procedimentos e tentativas isoladas de solução das comunicações por parte das Grandes Unidades do Comando Militar da Amazônia.

O próprio CMA adotou uma solução própria ao padronizar o emprego do rádio Yaesu System 600 que, apesar de ser de emprego civil, atendeu, em um primeiro momento, às necessidades de comunicações na selva. Entretanto, este equipamento não possui sistemas de proteção eletrônica da sua emissão eletromagnética, o que compromete a segurança das transmissões.

O Exército Brasileiro passou a experimentar o Rádio Alemão M3TR, cujo custo da cadeia de suprimento se mostrou inexecutável para a Força Terrestre.

A adoção de sistemas satelitais também tem sido uma opção de emprego. Porém, fatores como a possibilidade de interferência externa são a tônica para que não se decida, pelo menos ainda, por seguir esta direção. Além disso, a flexibilidade dos sistemas em HF, especialmente em momentos de calamidade, tem reforçado a importância da utilização destes equipamentos.

Para o emprego conjunto demandado pela Estratégia Nacional de Defesa, as comunicações entre Forças Armadas devem preencher requisitos tecnológicos que permitam a segurança das transmissões e a interoperabilidade das forças, dentro do contexto da Guerra Centrada em Redes.

Para atender às necessidades da navegação fluvial militar na Amazônia, há que se entender a estrutura desta atividade, como vem sendo executada atualmente e como outros países vislumbram a navegação fluvial.

Conclui-se parcialmente, portanto, que as características fisiográficas da Região Amazônica, sua influência sobre as comunicações e a demanda tecnológica das comunicações para operações conjuntas propostas pela END e pelo Processo

de transformação do Exército dependem do estabelecimento de parâmetros que atendam não só estes aspectos, mas também se integrem às doutrinas de navegação fluvial brasileira e guerra eletrônica. Assim, pode-se formar um conjunto de trajetórias tecnológicas que permitam o estabelecimento de parâmetros do perfil tecnológico necessário para o Comando e Controle da Navegação Fluvial da Amazônia.

No próximo capítulo deste trabalho, o foco de abordagem será a pesquisa da definição de parâmetros tecnológicos que definam os requisitos das comunicações da navegação fluvial militar na Amazônia, core deste trabalho, que depende do completo entendimento das possibilidades doutrinárias e tecnológicas das embarcações, suas necessidades e dos imperativos da guerra eletrônica para operações conjuntas.

A NAVEGAÇÃO FLUVIAL MILITAR NA AMAZÔNIA, EMPREGO E SISTEMA DE COMANDO E CONTROLE

“As nações mais avançadas são sempre aquelas que mais navegam”.
(R. W. Emerson, 1802 - 1883)

A Amazônia Brasileira é uma floresta permeada por rios, que acabam por se configurar como rotas de transporte da região, tanto de pessoal como de material.

No desenvolvimento de uma doutrina que resguardasse a Amazônia contra um inimigo externo, a Força Terrestre não poderia deixar de considerar os rios como uma via de acesso natural para os deslocamentos e concentração de forças em manobras preparadas para a manutenção da região. Neste contexto, cresce de importância o desenvolvimento de uma doutrina para o emprego da navegação fluvial militar na Amazônia.

Assim, a Força Terrestre adotou o transporte fluvial como solução para o transporte de tropa e carga na Amazônia (CECMA, 2008). Em 2010, a atividade militar de navegação fluvial foi responsável por mais de 86% do transporte logístico da 12ª Região Militar (CECMA, 2010).

A despeito de sua relevância, a vulnerabilidade das comunicações das embarcações de navegação fluvial, em virtude da complexidade do emprego do espectro eletromagnético no ambiente de selva, tem sido objeto de discussão no âmbito do Comando Militar da Amazônia.

O CMA optou por adotar uma solução paliativa: a utilização do Rádio Yaesu System 600, de uso civil e com operação na faixa de frequência de HF (CECMA, DAMEPLAN, 2008). Este equipamento possui limitada tecnologia de proteção eletrônica e não possui todas as características técnicas necessárias para o interfaceamento com equipamentos militares do Exército Brasileiro ou das outras Forças Armadas, como preconizado pela END para operações conjuntas (BRASIL, END, 2008).

Logo, o C² da navegação fluvial militar está em total dissonância com as diretrizes estratégicas vigentes e demandas tecnológicas apontadas como requisitos operacionais.

A vivificação da Região Amazônica e sua prioridade para o Exército Brasileiro, é ilustrada pela transferência de Organizações Militares oriundas de outras regiões

do Brasil com destino para a Amazônia o que, conseqüentemente, incrementou o efetivo militar nesta região ao longo das últimas décadas.

Observa-se que a prioridade do Estado Brasileiro para a Amazônia, estabelecida pela Estratégia Nacional de Defesa, corrobora com as ações que o Exército Brasileiro tem realizado desde a década de 1980.

Para que houvesse a penetrabilidade e alcance suficientes para garantir a soberania desse imenso anecúmeno, o Exército Brasileiro, ao longo das três últimas décadas, vem estabelecendo a Região Amazônica como prioridade de emprego de meios e pessoal. O efetivo militar presente na Amazônia passou de 6.000 militares, em 1986, para mais de 26.000 no ano de 2010 (CMA, 2010).

A crescente articulação da Força Terrestre em território amazônico conduziu para a necessidade de planejar o apoio logístico por meio das calhas dos rios.

De um modo geral, na bacia amazônica são executados três tipos de navegação: a de interesse puramente nacional, com foco nas atividades internas; outra que atende a interesses nacionais e de outras bandeiras, voltadas normalmente para o comércio; e uma terceira de interesse puramente estrangeiro, pelo qual trafega o narcotráfico e a biopirataria. Logo, observa-se a importância estratégica desempenhada pelas hidrovias que, até pouco tempo, eram as únicas vias de acesso para a penetração e desbravamento da imensa área.

Em busca de uma estratégia que protegesse a Amazônia contra forças adversas e movimentos organizados que possam comprometer a ordem constitucional, as Forças Armadas, em particular a Força Terrestre, não poderiam deixar de considerar os rios como uma via de acesso natural para os deslocamentos e concentração de forças em qualquer manobra elaborada para a dissuasão na região. É nesse contexto que se reforça a importância o desenvolvimento de uma doutrina para o emprego militar de embarcações no ambiente operacional amazônico.

Nesta conjuntura foi criado o CECMA, por evolução da 1ª Companhia Especial de Transportes, subordinado à 12ª Região Militar⁷⁶, em Manaus – AM. O CECMA é, atualmente, a principal Organização Militar do Exército Brasileiro que pensa em doutrina de navegação fluvial militar.

⁷⁶ A 12ª Região Militar é a Organização Militar de maior nível hierárquico com responsabilidade sobre o transporte logístico na Amazônia Ocidental.

A END e seus projetos derivados pela Força Terrestre, como o Processo de Transformação do Exército, já abordado neste trabalho, consagram a condição de prioridade para o preparo e emprego na Região Amazônica.

Ainda, pressupõe-se que o estabelecimento de sistemas de tecnologia em todos os vetores de transformação militar na Amazônia, como a doutrina de navegação fluvial e sistemas de comunicações compatíveis com a GCR, bem como os vetores inseridos no escopo do SisFron, alçarão esta atividade para um patamar superior de importância, já que a mobilidade das embarcações é o diferencial deste cenário de emprego.

Este capítulo tem por objetivo estudar a situação vigente da navegação fluvial militar no Exército Brasileiro, bem como analisar o atual emprego das comunicações militares nesta atividade. Tudo isso visando propor uma concepção de emprego otimizado das embarcações e seus sistemas de comunicações, dentro da visão do paradigma tecnológico e da doutrina de Guerra Centrada em Redes, na busca da consciência situacional no Comando e Controle, de forma a atender às particularidades e necessidades desta atividade militar.

6.1 O CENTRO DE EMBARCAÇÕES DO COMANDO MILITAR DA AMAZÔNIA

Ao deparar-se com a carência de se estabelecer uma tropa para suprir a necessidade de transporte fluvial estritamente militar, o Exército Brasileiro criou o Centro de Embarcações do Comando Militar da Amazônia, o CECMA, que tem por missão realizar o transporte fluvial, com seus meios orgânicos, para unidades militares da Amazônia Ocidental e capacitar recursos humanos na operação e manutenção de embarcações.

O CECMA vem evoluindo, ao longo dos anos, passo-a-passo com a crescente importância que vem sido atribuída ao transporte e defesa das calhas dos rios, em particular na Amazônia Ocidental. Afinal, essa faixa do terreno é praticamente desprovida de estradas, sendo os rios, portanto, as penetrantes que incidem não só nos limites fronteiriços do Brasil, mas que também conduzem ao interior do território brasileiro na Amazônia.

Com isso, a própria estrutura do CECMA vem agregando capacidades e meios de pesquisa e desenvolvimento.

Apesar de atualmente estar voltado quase que totalmente para o apoio logístico, o CECMA mantém um núcleo de pesquisa focada no emprego tático de embarcações no ambiente amazônico. Em 2006, o CECMA realizou a experimentação de uma lancha de combate sueca, a *Combat Boat – 90* (CB-90), que foi aprovada para o emprego nas calhas dos rios da região (Figura 41).



Figura 41 – Embarcação tática *Combat Boat – 90*, de origem Sueca.
Fonte: Palestra do Comandante do CECMA, 2009.

O CECMA vem sofrendo mudanças na sua organização setorial a fim de se adequar às atualizações de doutrina e avanços tecnológicos de material para navegação fluvial.

A atual estrutura organizacional do CECMA contempla os Estados-Maiores Geral e Especial, bem como quatro subunidades: A Companhia de Administração e Apoio (Cia Adm Ap), responsável por suprir com pessoal a estrutura administrativo-vegetativa para o funcionamento do CECMA; a Companhia de Manutenção de Embarcações, que é a tropa responsável por realizar a manutenção de embarcações até o 3º escalão⁷⁷, bem como produzir peças sobressalentes; a Companhia de Embarcações, que possui o pessoal especializado na condução de embarcações táticas e logísticas e a embarcações do CECMA; e a Divisão de

⁷⁷ A manutenção de 3º escalão compreende as ações realizadas em organizações de manutenção e que ultrapassam a capacidade dos meios orgânicos da organização militar responsável pelo material, de maior complexidade que a de 2º escalão (Fonte: Manual de Doutrina de Logística Militar do Ministério da Defesa - MD42-M-02).

Instrução de Embarcações, que é a responsável pela formação dos recursos humanos no emprego de embarcações, bem como pela pesquisa e desenvolvimento de doutrina de emprego de embarcações em ambiente amazônico (Figura 42).

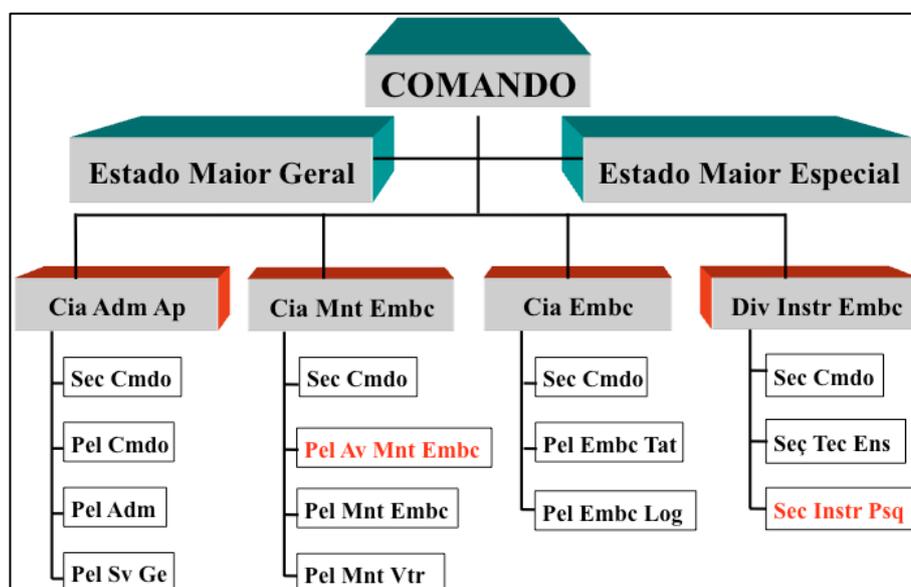


Figura 42 – Organograma do CECMA.

Fonte: Palestra do Comandante do CECMA, 2009.

Dentro da Divisão de Instrução de Embarcações, estrutura já chefiada por este autor, existe a Seção de Instrução e Pesquisa. Essa Seção tem o objetivo de coordenar e controlar as atividades de instrução ministradas no CECMA, como o Curso de Navegação Fluvial, com duração de 16 semanas, onde o aluno é qualificado para comandar e conduzir embarcações do Estado para o serviço público.

Outra atribuição inerente à Seção de Instrução e Pesquisa é, como sua designação indica, realizar a pesquisa doutrinária de emprego de embarcações, a fim de formular experimentações doutrinárias e, conseqüentemente, definir procedimentos para o planejamento do emprego de embarcações no âmbito do Exército Brasileiro. Para isso, a Seção conta com o apoio do 9º Distrito Naval⁷⁸, da Marinha de Guerra do Brasil, também sediado em Manaus-AM, no que tange à adaptação da doutrina de navegação fluvial militar do Exército Brasileiro à legislação aquaviária vigente.

⁷⁸ O 9º Distrito Naval possui, dentro da sua organização estrutural, uma seção de doutrina aquaviária que orienta o CECMA na capacitação de militares do Exército Brasileiro no desempenho de funções embarcadas, como marinheiros de convés, tripulantes e condutores de embarcações.

6.1.1 Princípios da Atividade de Navegação Fluvial Militar

A Navegação Fluvial militar na Amazônia é regida por alguns princípios característicos da região amazônica, pois esta área apresenta uma enorme e intrincada rede fluvial⁷⁹.

Os grandes rios possuem navegação oceânica durante quase todo o período anual, materializados como grandes e principais eixos de transporte hidroviário.

Os afluentes de médio porte apresentam regimes diferenciados, conforme as estações chuvosa e seca, variando sua largura e o seu possível calado, além do aparecimento de “paranáis”, que são braços de rio que ligam trechos sinuosos, criando um novo traçado do seu leito.

Os afluentes menores ou igarapés apresentam características totalmente irregulares, exigindo cerrado e permanente acompanhamento para o dimensionamento de sua capacidade como hidrovia.

De maneira geral e majoritariamente, todos os cursos d'água da região constituem-se em obstáculos para tropa de qualquer natureza, quando não utilizados como aquavia⁸⁰.

Como foi explicado no capítulo anterior, o terreno, na Amazônia, por apresentar características próprias, com densa vegetação, pouca visibilidade, irregularidade e grande rede de rios, condiciona a condução das operações militares. Logo, a variação dos regimes dos rios da Amazônia é um dos fatores que interfere diretamente na execução da operação militar.

Portanto, para o planejamento de qualquer operação que envolva a navegação fluvial, há que se observar o regime dos rios (Figura 43). Essa tabela indica os períodos do ano em que os principais rios são navegáveis. Tal informação é crucial para que o planejamento de navegação fluvial seja realizado no período exequível, pois mesmo em tempo de paz, o planejamento logístico de abastecimentos das organizações militares localizadas em cidades ribeirinhas

⁷⁹ A Amazônia possui a maior bacia hidrográfica e rede fluvial navegável do mundo, tanto em distâncias quanto em capilaridade. O Rio Amazonas, por exemplo, é navegável desde a Cidade Peruana de Iquitos até sua foz no Oceano Atlântico, o que representa em torno de 4.000 Km navegáveis de extensão.

⁸⁰ Considera-se um obstáculo para tropa, aquele que exige a utilização de meios de transposição ou técnicas especiais para ser ultrapassado.

depende da precisão destas informações e de que o planejador atente para os períodos em que os rios poderão não estar transitáveis.

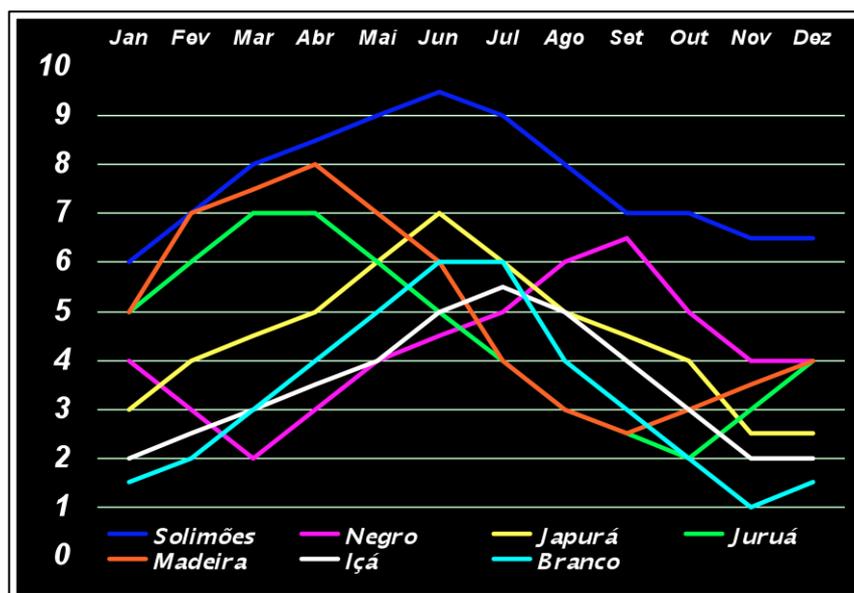


Figura 43 – Regime dos Rios da Amazônia Ocidental.
Fonte: Palestra do Comandante do CECMA, 2009.

6.1.2 Embarcações x Aeronaves

A definição do meio de transporte mais adequado para as atividades na Amazônia depende de vários fatores, como a urgência necessária, o volume de material ou quantidade de pessoal a ser transportado, o prazo estabelecido, entre outros. Enfim, não se pode afirmar que um único modal atende completamente aos imperativos da Região Amazônica.

A Amazônica Oriental, que engloba os Estados do Pará, Tocantins e o Amapá, possui uma malha rodoviária que atende, mesmo que não nas melhores condições, às necessidades de transporte da região.

O mesmo não se pode falar da Amazônia Ocidental, cujas malhas viária e ferroviária são praticamente inexistentes ou obsoletas. Assim, o transporte se limita os modais aéreo e fluvial.

A dicotomia entre o emprego de embarcações ou aeronaves para apoio às operações na Região Amazônica já vem de longa data. As Instruções Provisórias (IP 72-2): O Combate de Resistência, de 1997, já elencam os portos e os aeroportos como os pontos estratégicos para o domínio da região amazônica:

“Quem quiser dominar a Amazônia, ou parte dela, terá que manter a posse de áreas de valor estratégico: as localidades, particularmente as grandes cidades; os portos que dominam as vias de circulação e, principalmente os pontos que facilitam o emprego do vetor aéreo (aeroportos e campos de pouso). Estrategicamente não existem vantagens em apossar-se de áreas desabitadas na selva amazônica.” (BRASIL. EME. IP 72-2).

A questão que define a escolha do modal a ser empregado é a urgência na entrega/recebimento, pois a relação capacidade de carga/tempo é a grande diferença entre a aeronave e a embarcação. Enquanto o avião é capaz de transportar uma carga limitada com grande rapidez, a embarcação, apesar de lenta, transporta um volume de carga muito superior ao da aeronave. Uma composição de balsas com empurrador, que chega à capacidade de transporte de até 500 toneladas (Figura 44).



Figura 44 – Composição de balsas com empurrador.
Fonte: Palestra do Comandante do CECMA, 2009.

Por outro lado, a Aeronave C-105 Amazonas, atualmente em uso pela Força Aérea Brasileira na Região Amazônica para transporte logístico e de tropa possui a capacidade de carga de até 6 toneladas (Figura 45). Atualmente, esta é a aeronave empregada no Plano de Apoio à Amazônia (PAA)⁸¹, em substituição ao C-130

⁸¹ O Plano de Apoio à Amazônia consiste da utilização das aeronaves da Força Aérea Brasileira no apoio logístico para as organizações militares de fronteira. O seu planejamento de emprego é de responsabilidade do Comando Militar da Amazônia.

Hércules. O C-105 Amazonas é a aeronave utilizada pela Força Aérea Brasileira na distribuição de gêneros nos Pelotões Especiais de Fronteira (PEF).



Figura 45 – Aeronave C-105 Amazonas.
Fonte: Palestra do Comandante da 16ª Bda Inf SI, 2011.

Além da comparação em termos da capacidade de transporte, vale ressaltar que o emprego de aeronaves é restrito para as localidades que possuem pista de pouso.

6.1.3 Doutrina de Emprego

O Comando Militar da Amazônia, órgão responsável pelo emprego operacional de tropas nessa região, tem buscado, com sua Seção de Doutrina e Pesquisa, assessorada pelo Centro de Instrução de guerra na Selva (CIGS) e pelo CECMA, uma doutrina de emprego militar das embarcações que possa ser aplicada às características e às peculiaridades da área. Atualmente, o CMA possui uma proposta de emprego para as Embarcações Táticas até o Nível Subunidade, conforme consta do anteprojeto do Manual de Campanha da Companhia de Fuzileiros de Selva (LIMA, 2000).

O CECMA vem estudando doutrinas de emprego de embarcações de outros países amazônicos, como a Venezuela e Colômbia, que também possuem

embarcações fluviais que compartilham as necessidades encontradas pelas embarcações brasileiras, pois operam no mesmo cenário operacional.

Apesar de o Brasil ter um acordo bilateral de livre navegação com a Colômbia e um memorando de entendimentos com a marinha peruana, documentos que permitem a livre navegação pelos rios da Amazônia Brasileira até a saída pelo Oceano Atlântico⁸², não há o efetivo controle de todo o trajeto destas embarcações estrangeiras em território nacional.

Por outro lado, a possibilidade de combate regular, que possa por em prova as verdadeiras condições de comando e controle na navegação fluvial brasileira, é bastante remota. Assim, o estudo de casos históricos nos quais tenham sido empregadas embarcações fluviais em combate é uma fonte formidável de ensinamentos. Dentro dos casos mais complexos, é relevante abordar o Combate de Rach Ba Rai, ocorrido no Vietnã, entre as tropas norte-americanas e as vietnamitas, na calha do Rio Mekong.

6.1.4 Caso Histórico – o Combate de Rach Ba Rai

Durante o conflito do Vietnã, mais precisamente no ano de 1967, em território vietnamita, a Brigada Ribeirinha Móvel⁸³ do Exército dos Estados Unidos da América, sob o comando do Coronel Bert A. David, travou o mais ferrenho combate fluvial já ocorrido, ao longo do Rio Rach Ba Rai (Figura 46), um afluente do Rio Mekong, que corta aquele país.

⁸² BRASIL e COLÔMBIA firmaram o TRATADO DE LIMITES E NAVEGAÇÃO FLUVIAL ENTRE BRASIL E COLÔMBIA, de 15 de novembro de 1928, que no seu § 1º do Art 6º prevê a necessidade de notificação prévia para a navegação pelos rios comuns dos navios ou transportes de guerra de ambos os países. Com o PERU, foi estabelecido o TRATADO ENTRE BRASIL E PERU COMPLETANDO A DETERMINAÇÃO DAS FRONTEIRAS ENTRE OS DOIS PAÍSES E ESTABELECEndo PRINCÍPIOS GERAIS SOBRE O SEU COMÉRCIO E NAVEGAÇÃO NA BACIA DO AMAZONAS, de 08 de setembro de 1909, que é omissa em relação à navegação de embarcações militares dos dois países.

⁸³ Não há organização correspondente no Exército Brasileiro. A Brigada Ribeirinha Móvel possuía embarcações de Comando e Controle, Transporte de tropas, varreduras de minas e apoio de fogo (ALBRIGHT, 2003).

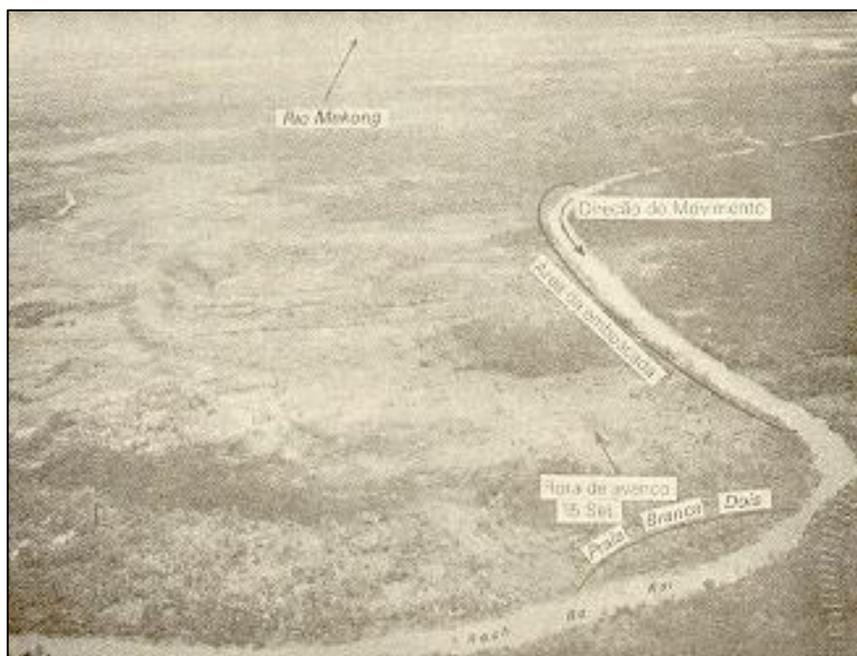


Figura 46 – Calha do Rio Rack Ba Rai.
Fonte: ALBRIGHT, 2003.

A estrutura organizacional da Brigada Ribeirinha Móvel já apontava para a necessidade de uma embarcação de comando e controle, que possuía, inclusive, um helicóptero embarcado (Figura 47).

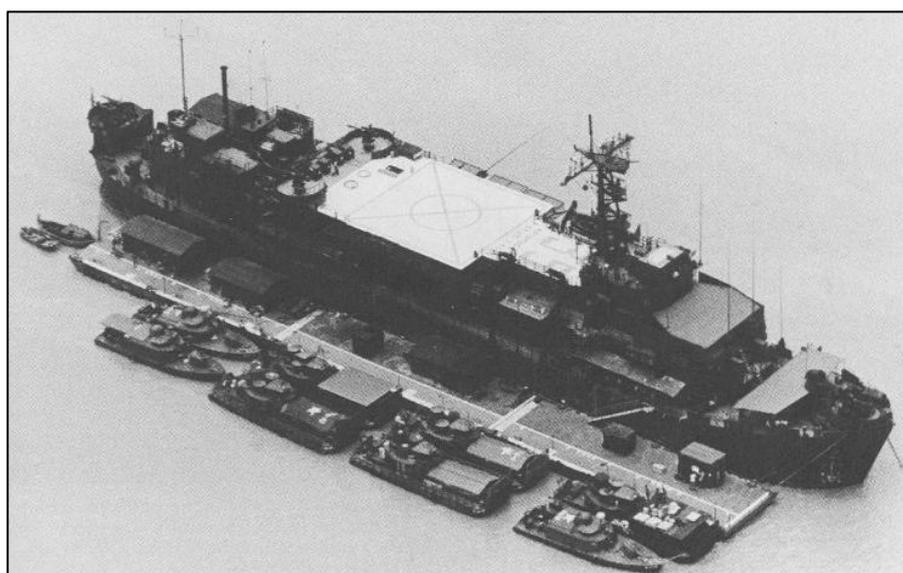


Figura 47 – Embarcação de Comando e Controle.
Fonte: ALBRIGHT, 2003.

As tropas foram embarcadas e toda a defesa do comboio fluvial era realizada por navios monitores (Figura 48), dotados de canhões, metralhadoras e outros recursos de apoio de fogo.



Figura 48 – Embarcação monitor.
Fonte: ALBRIGHT, 2003.

Durante o deslocamento, o comboio foi emboscado por tropas vietcongues que conseguiram, por um período de tempo, interromper o deslocamento de toda formação. Neste momento, destacou-se a importância da embarcação de Comando e Controle, pois, por meio dela o comandante pôde ter a real ideia do que estava acontecendo.

O Cel David utilizou-se do helicóptero para ter a visão de todo combate e, por meio do rádio, o Comandante foi assessorado para a tomada de suas decisões, bem como o equipamento de comunicações também possibilitou o recebimento de reforços e apoio logístico, ambos por meio fluvial. Assim, dentro das possibilidades tecnológicas da época, o Cel David buscou a consciência situacional do campo de batalha.

Em certo momento do confronto, foi transmitida pelo Comandante, o Cel David, a ordem de desembarque que, em função da simultaneidade das ações proporcionada pelas comunicações, pôde ser efetivada e a cabeça de praia fluvial estabelecida (Figura 49).

Ao fim do combate, com a retirada dos vietcongues, o saldo de baixas foi de 79 (setenta e nove) soldados vietnamitas contra somente 7 (sete) norte-americanos (ALBRIGHT, 2003).



Figura 49 – Desembarque da Brigada Ribeirinha Móvel.
Fonte: ALBRIGHT, 2003.

Os ensinamentos colhidos deste combate histórico apontam não só para a importância da consciência situacional que, de certa forma, foi obtida pelo Cel David, com o apoio do helicóptero e do eficiente sistema de comunicações componente de todo comboio fluvial, mas também para a necessidade de atualização da doutrina de navegação fluvial brasileira, com a adoção de meios diversos de navegação fluvial.

Logo, conclui-se que a embarcação de Comando e Controle foi o diferencial que possibilitou que a balança do combate ao longo do Rio Rach Ba Rai pendesse para o lado Norte-americano.

6.1.5 O Comando e Controle dos Navios-Patrolha Fluvial (NAPAFLU)

Com a publicação da Estratégia Nacional de Defesa, o Ministério da Defesa assinalou para o incremento das operações conjuntas. Este tipo de operação requer, entre outros aspectos, a padronização de procedimentos, equipamentos e doutrina de emprego.

No caso da Região Amazônica, em particular no emprego de meios militares fluviais, é relevante estabelecer que a defesa das calhas dos rios é de responsabilidade privativa da Marinha de Guerra do Brasil. Entretanto, não é de exclusividade da Marinha Brasileira o transporte fluvial de tropas, que pode ser realizado pelo Exército e, caso seja, a defesa ou escolta deste comboio fluvial de tropas também pode ficar a cargo da Força Terrestre.

Isto posto, cabe ao Exército Brasileiro dispor de meios suficientes para realizar suas operações na Amazônia com transporte fluvial de tropa, bem como ter o sistema de comando e controle que possibilite a coordenação destes meios em um ambiente operacional tão vasto, como a Amazônia.

Além disso, este sistema de Comando e Controle deve possibilitar o enlace com os meios da Marinha e da Força Aérea Brasileiras, requisito singular para que se atenda a diretriz de emprego conjunto das forças, previsto na END.

Para a defesa nas calhas dos rios da Amazônia, a Marinha do Brasil emprega os Navios-Patrolha Fluvial (NAPAFLU) (Figura 50). Essas embarcações eram dotadas, até o ano de 2009, de sistemas de comunicações baseados somente em HF. A partir do ano de 2010, os sistemas de comunicações vêm sendo substituídos por sistemas de enlace satelitais.



Figura 50 – Navio-Patrolha Fluvial RAPOSO TAVARES.
Fonte: SANTOS SHIPLOVERS, 2010.

Segundo Oliveira (2008), que estudou a possibilidade de mudança, o redirecionamento do enfoque dos meios de comunicações busca quebrar a tradicional falta de comunicação em tempo real que os navios possuem, o que faz com que o comandante da embarcação tenha que tomar decisões à revelia do comando central de uma operação militar, o que vai de encontro ao conceito de consciência situacional, abordado na guerra centrada em redes.

Um elemento que afeta diretamente o processo de decisão é a percepção do ambiente operacional pelo comandante, pois, se ela for errônea, imprópria ou truncada, bem como se as informações forem analisadas equivocadamente, o ciclo de decisão não afetará o ambiente de acordo com a intenção do comando. Isto porque tais percepções insatisfatórias se originam de procedimentos e tecnologias inadequadas.

Portanto, ressalta-se que a Marinha do Brasil já está tomando a dianteira no processo de transformação para atender às diretrizes estratégicas brasileiras⁸⁴. A modernização dos seus sistemas de Comunicações, entretanto, deve caminhar passo a passo com a atualização doutrinária do seu C² para o emprego na Região Amazônica, para que sirva de referência para a navegação fluvial militar do Exército Brasileiro. Apesar de estar à frente no processo, cabe reforçar que a simples substituição de meios de C² em HF por equipamentos satelitais não caracteriza uma transformação do Comando e Controle da navegação fluvial da Marinha do Brasil.

Há que se definirem procedimentos que explorem ao máximo as capacidades dos sistemas satelitais, principalmente suas vantagens em relação aos sistemas em HF, anteriormente utilizados. O grande gargalo deste processo é a falta de coordenação e integração entre as Forças Armadas, no sentido de buscar a interoperabilidade demandada pela Estratégia Nacional de Defesa.

6.2 AS COMUNICAÇÕES NA NAVEGAÇÃO FLUVIAL

O Comando e Controle da Navegação Fluvial do Exército Brasileiro possui algumas particularidades que o diferenciam da Marinha do Brasil, que serão

⁸⁴ Entenda-se que as soluções encontradas pela Marinha do Brasil para seu Comando e Controle foram tomadas unilateralmente, pois não houve coordenação por parte do Ministério da Defesa no sentido de padronizar meios ou procedimentos. Assim, não necessariamente a resposta da Marinha para o problema se molda às necessidades do Exército Brasileiro.

exploradas como o cerne deste trabalho, bem como deve se adaptar às necessidade do combate moderno, multidimensional e de ação conjunta entre as forças.

Os sistemas de comunicações utilizados atualmente pelas embarcações militares do Exército Brasileiro não conseguem acompanhar a capilaridade desta atividade na Região Amazônica.

As embarcações atuais empregam como meio de comunicações o Equipamento Radio YAESU System 600, já tratado neste trabalho, que não atende aos imperativos doutrinários e tecnológicos do Exército, principalmente no que se refere ao processo de transformação do Exército, particularmente ao Programa Amazônia Protegida, assunto versado em capítulos anteriores desta pesquisa.

Como complemento de Comando e Controle, as embarcações que deixam os portos são mobiliadas com “maletas” do SIPAM, que fornecem as coordenadas geográficas da embarcação em tempo real e possibilitam a comunicação por texto via satélite.

Importante se faz, então, definir as necessidades e atributos para as comunicações da navegação fluvial, focando também os aspectos de guerra eletrônica e levantar requisitos e trajetórias tecnológicas necessárias para a definição de um perfil tecnológico de equipamento rádio que atenda às condicionantes suscitadas nesta pesquisa.

6.2.1 As Necessidades das Comunicações da Navegação Fluvial

A atividade de navegação fluvial depende de uma eficaz coordenação, mesmo em tempos de paz, nas missões de suprimento logístico. Em um cenário de conflito, imagina-se que a “névoa do combate”, como o grande estrategista prussiano Carl Von Clausewitz chamava a incerteza da guerra, seria mais um fator complicador no planejamento, execução e controle das embarcações nas calhas dos rios.

O Comando e Controle, nesta situação, fica atrelado ao conjunto de sensores e sistemas de comunicações existentes nas embarcações. Atualmente, as embarcações militares do Exército Brasileiro possuem sensores embarcados que atendem minimamente às necessidades de navegação e um sistema de comunicações precário, face o patamar que almeja a Força Terrestre no Processo de Transformação do Exército em andamento.

Como sensores de navegação, as embarcações do CECMA são dotadas de sistemas de GPS, Radar e Ecobatímetro. O primeiro fornece a posição geográfica da embarcação. O Radar identifica obstáculos na linha de água, como troncos, ilhas, margens e outros barcos. Já o ecobatímetro é um aparelho de sondagem cujo funcionamento se baseia na medição do tempo decorrido entre a emissão de um pulso sonoro e a recepção do eco refletido pelo fundo do mar. Ele emite um sinal sonoro em direção ao solo marinho. Este sinal é refletido pelo solo e captado novamente pelo aparelho. A fração de tempo que o som leva entre o momento de sua emissão e o da recepção vai determinar a profundidade entre a superfície da água e o leito do canal (Figura 51).

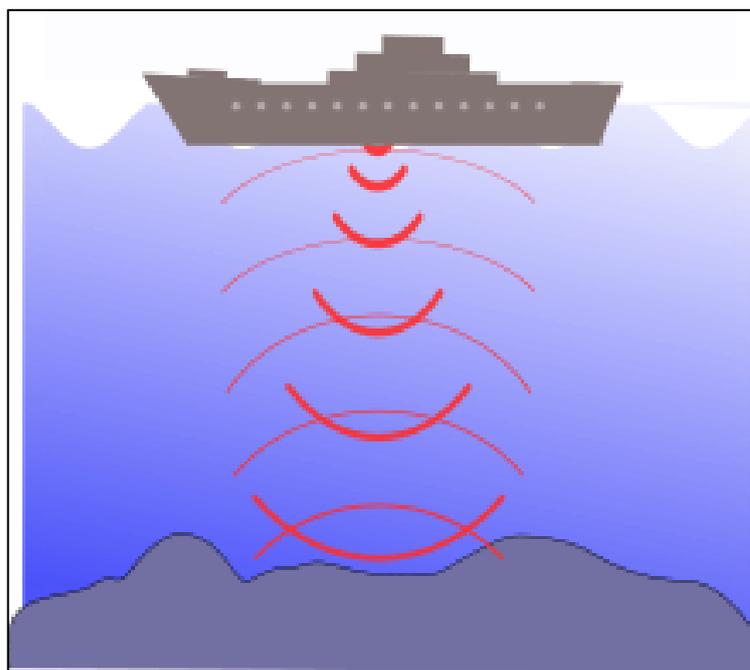


Figura 51 – Funcionamento de um Ecobatímetro.
Fonte: do Autor, 2008.

Os únicos meios de comunicação existentes atualmente nas embarcações do CECMA são o rádio Yaesu System 600 e as “maletas” do SIPAM.

Em grande parte do período de deslocamento, o rádio fica ineficaz, pois não consegue estabelecer o enlace necessário para a conversação, além de não possuir as medidas de proteção da transmissão do pulso eletromagnético, que serão abordadas adiante.

As comunicações da navegação fluvial militar precisam de características tecnológicas que permitam o interfaceamento com outros equipamentos de comunicações, a segurança das transmissões e recepções, a confiabilidade e

continuidade do estabelecimento da rede, potência suficiente que permita a transmissão e longo alcance, mas com medidas de segurança que impeçam ou dificultem a obtenção ou interceptação do sinal pelo oponente. Propriedades como rusticidade para suportar o agressivo clima da região amazônica, transmissão digital de dados, entre outros atributos, serão base para o estabelecimento dos parâmetros de um perfil tecnológico requerido para atender esta atividade militar.

O sistema de comunicação fornecido pelo SIPAM complementa as comunicações embarcadas já que, por utilizar sinal de satélite, permite a transmissão de mensagens de qualquer local. Entretanto, ele possui limitações técnicas, abordadas a seguir, que o incompatibilizam com as diretrizes estratégicas brasileiras.

6.2.2 O RDSS: Possibilidades, Limitações e o Projeto de Modernização

O Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia (CENSIPAM) é o órgão do Estado brasileiro encarregado pelo controle e distribuição das famosas “maletas” do SIPAM, os RDSS (*Radio Determination Satellite Service*), cuja utilização nas embarcações é fundamental para a garantia de uma comunicação segura e confiável.

O terminal RDSS (Figura 52) é um equipamento de comunicação via satélite, também conhecido como maleta, que transmite mensagens de texto, recebe informações climáticas e permite a identificação do percurso e da velocidade de deslocamento do usuário, auxiliando equipes em locais remotos ou de difícil acesso (PORTAL SIPAM, 2009).



Figura 52 – Maleta do RDSS.
Fonte: do Autor, 2008.

Apesar da sua versatilidade, o RDSS é um equipamento obsoleto e com restritas capacidades de tráfego de informações, tecnologias de proteção de dados, não transmite voz e não é capaz de interoperar com outros equipamentos de comunicações. Por estas características, o RDSS não atende às necessidades impostas pelo Estado Brasileiro para emprego militar.

Em visita ao Centro Regional do SIPAM em Manaus – AM, em meados do ano de 2010, este autor foi informado verbalmente do projeto de obtenção, mediante processo licitatório, de equipamentos mais atualizados tecnologicamente. Entretanto, até a presente data, não foi encerrado o ciclo de aquisição deste certame.

6.2.3 Os Requisitos de Guerra Eletrônica para Operações Conjuntas

A guerra moderna, como já foi abordado, caracteriza-se pelo largo emprego de tecnologia, pela assimetria e pela velocidade e simultaneidade das ações. Assim, diante do emprego cada vez maior de meios e sistemas eletrônicos baseados na emissão de energia eletromagnética, vem crescendo de importância a vertente da Guerra da Informação.

Neste contexto, o Comando e Controle permeia os domínios físico, cognitivo e informacional, em que este último se destaca como objetivo imediato no combate moderno.

Quando a Guerra da Informação é travada no domínio do espectro eletromagnético, ela recebe a denominação de Guerra Eletrônica (GE) (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2007).

O entendimento dos conceitos fundamentais da doutrina de GE é importante para o estabelecimento de requisitos técnicos e operacionais indispensáveis para a definição de um perfil de equipamento de comunicações a ser adotado pela Navegação Fluvial no Exército Brasileiro.

Segundo o Manual de Campanha de Guerra Eletrônica para Emprego em Operações Conjuntas, do Ministério da Defesa, a GE pode ser dividida em três grandes grupos: as Medidas de Apoio de Guerra Eletrônica (MAGE); as Medidas de Ataque Eletrônico (MAE) e as Medidas de Proteção Eletrônica (MPE). As ações destes grupos podem ser tanto passivas quanto ativas⁸⁵.

⁸⁵ Normalmente, as medidas ativas são tomadas pelo operador.

De acordo com o documento supracitado, o conceito dos grupos da GE é o seguinte:

[...]

2.2.3 As MAGE objetivam a obtenção de dados e informações a partir das emissões eletromagnéticas de interesse utilizadas pelo oponente.

2.2.4 As MAE caracterizam-se pela irradiação, reirradiação, reflexão, alteração ou absorção intencional de energia eletromagnética com as finalidades de destruir, neutralizar ou degradar a capacidade de combate inimiga.

2.2.5 As MPE buscam assegurar o uso efetivo (ativo e passivo) do espectro eletromagnético, a despeito das ações de GE empreendidas pelo oponente, pelas Forças amigas ou outras formas de interferências não intencionais (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2007).

Para as comunicações da navegação fluvial, deve-se considerar indispensável a existência de artifícios específicos de MPE nos equipamentos utilizados. Tecnologias como espalhamento espectral⁸⁶, criptofonia, salto de frequência, criptografia e outras são componentes essenciais para que o equipamento de comunicações das embarcações tenha medidas passivas de proteção eletrônica.

Nas operações conjuntas, além das tecnologias de MPE, é interessante que os equipamentos tenham a possibilidade de se ligar em rede, a fim de proporcionar a consciência situacional do campo de batalha, compartilhar informações em tempo real e, obviamente, serem capazes de se integrar aos sistemas utilizados por outras Forças Armadas.

6.2.4 A solução de outros países para a navegação fluvial

Poucos países do mundo possuem embarcações fluviais e os Estados Unidos da América, China, Romênia e Rússia possuem as mais expressivas flotilhas fluviais militares.

A marinha dos Estados Unidos da América possui um Grupo de Assalto Ribeirinho (*US Navy Riverine Group*), na Cidade de Little Creek, Estado de Virgínia.

⁸⁶ O espalhamento espectral, desenvolvido para fins militares após a Segunda Guerra Mundial, é a partilha da mesma banda de frequência por vários serviços sem que estes sintam uma interferência mútua significativa (ABRANTES, 2003). Desta forma, o sinal transmitido deve ocupar uma largura de banda maior que a largura de banda mínima necessária para transmitir a informação. A grande vantagem deste processo é a resistência a interferências, intencionais ou não. Esta tecnologia é utilizada atualmente em sistemas de GPS e é a base para a tecnologia de telefonia celular em CDMA (Code Division by Multiple Access – Acesso Múltiplo por Divisão de Código).

A Romênia possui embarcações fluviais na calha do Rio Danúbio. As que estão em atividade são as embarcações da classe Brutar (codinome da OTAN) (Figura 53). São blindadas e deslocam mais de 350 toneladas.



Figura 53 – Embarcação Fluvial Romena da Classe Brutar.
Fonte: (CASTRO, 2003).

A Rússia mantém várias embarcações fluviais canhoneiras no baixo Danúbio e na Bacia dos Rios Amur e Ussuri, com a Capitania da Flotilha ao longo do Rio Danúbio (CASTRO, 2003), sendo controlada atualmente pela Ucrânia. Sua mais recente embarcação fluvial é da Classe *Videlsya*, que entrou em operação em 1990 (Figura 54).



Figura 54 – Canhoneiro Russo da Classe Videlsya.
Fonte: (CASTRO, 2003).

Na América do Sul, destaca-se a embarcação de combate fluvial utilizada pela Colômbia (Figura 55), construída pelo estaleiro colombiano Cotecmar, situado na Cidade de Cartagena (MARTINEZ, 2010). Esta embarcação foi desenvolvida para o emprego de combate à guerrilha em rios de difícil acesso e tem sido vista nas

operações combinadas entre os Exércitos Brasileiro e Colombiano, realizadas na Região Amazônica, em particular na calha do Rio Solimões, na altura da Cidade Brasileira de Tabatinga, junto à fronteira com a Colômbia.



Figura 55 – Embarcação Fluvial Colombiana.
Fonte: (MARTINEZ, 2010).

Apesar de todos esses países dotarem seus meios militares de flotilhas fluviais, a concepção de C² utilizada nestes meios é considerada informação classificada. Portanto, não foi possível levantar dados sobre seus sistemas de comunicações, em função destes dados serem negados pelas forças estudadas.

6.3 CONCLUSÃO PARCIAL

As rotas fluviais são as verdadeiras estradas de transporte da Região Amazônica, já que a grande densidade da floresta é um obstáculo para a passagem de meios de transporte. Por isso, ao Exército Brasileiro coube a tarefa de planejar o emprego das Forças Terrestres em tão complexo ambiente operacional, tendo os rios como penetrantes para o emprego de forças no interior da Amazônia.

O desenvolvimento da doutrina de emprego para este cenário apontou para a necessidade operacional de navegação fluvial própria da Força Terrestre.

A trajetória natural deste processo levou à criação do Centro de Embarcações do Comando Militar da Amazônia, o CECMA, que é a Organização Militar que referencia a doutrina de navegação fluvial militar no âmbito do Exército Brasileiro. Para isso, o CECMA realiza estudos e pesquisas em doutrinas de outros países e conduz experimentações doutrinárias com embarcações e seus componentes de navegação, formulando relatórios de emprego para o Comando Militar da Amazônia.

Além do aspecto doutrinário, cabe ao CECMA o transporte logístico fluvial no âmbito da 12ª Região Militar, sediada em Manaus. Como foi visto, a parcela de transporte que cabe ao CECMA representa mais de 80% da logística coordenada pela 12ª Região Militar.

A importância da navegação fluvial em operações militares foi ilustrada do caso histórico do combate do Rio Rach Ba Rai, entre as forças ribeirinhas norte-americanas e os oponentes vietnamitas.

Evidenciou-se que o sistema de comunicações embarcado atualmente nas belonaves do CECMA, constitui-se numa solução truncada e bastante vulnerável tecnologicamente, pois não atende às premissas estratégicas da Nação brasileira e da complexibilidade das emissões eletromagnéticas em ambiente de combate na selva.

Reforçando as deficiências dos equipamentos em utilização nas embarcações do Exército, foi abordada a doutrina vigente de guerra eletrônica para operações convidadas, que indica a adoção de trajetórias tecnológicas de proteção eletrônica no estabelecimento do perfil operacional de interesse dos meios de comunicações para a navegação fluvial na Amazônia.

A prioridade do Estado Brasileiro para a região amazônica, firmada na Estratégia Nacional de Defesa e ratificada do Programa Amazônia Protegida, vem consubstanciar o que o Exército vem estabelecendo ao longo das últimas décadas, com a transposição de tropas para essa região.

Países (como a Colômbia), que possuem malhas hidroviárias e uma envergadura econômica muito menor que a brasileira, vêm investindo na navegação fluvial militar, possuindo navios de construção própria com tecnologia muito superior aos brasileiros.

Para um país como o Brasil, que almeja alcançar a liderança do continente sulamericano, é difícil conceber ficar em segundo plano na defesa da região que o

próprio Estado brasileiro elenca como prioritária para a defesa da soberania nacional.

Portanto, conclui-se parcialmente pela premência de uma renovação tecnológica que possibilite que o Exército Brasileiro se estabeleça como referência técnico-profissional na América do Sul. No contexto deste trabalho, buscar-se-á agrupar todas as necessidades técnico-operacionais de comunicações para a navegação fluvial militar na Amazônia, das quais poderão se estabelecer os parâmetros do perfil tecnológico que atenda esta atividade, objetivo do próximo capítulo desta pesquisa.

O PARADIGMA TECNOLÓGICO APLICADO ÀS COMUNICAÇÕES DA NAVEGAÇÃO FLUVIAL NA REGIÃO AMAZÔNICA

“Não são os grandes exércitos que ganham as guerras, mas os bons”.
(Maurice de Saxe, 1696-1750)

As necessidades para que o Estado Brasileiro, não só as Forças Armadas, seja capaz de preservar sua soberania, particularmente na Amazônia, dependem incontestavelmente da presença militar nesta região.

A permeabilidade das fronteiras na Amazônia é um desafio para a soberania brasileira. Seus recursos naturais são tesouros cobiçados por interesses externos, que eventualmente questionam a soberania brasileira sobre a região, propondo, muitas vezes, a sua “internacionalização”.

Cabe salientar que a realidade atual do combate, onde a assimetria e a presença de atores não estatais desequilibram a balança da defesa, exige que a própria sociedade participe do seu planejamento. Desta forma, a END veio como uma ferramenta nacional, pois não foi elaborada exclusivamente pelos militares. Ademais, estimula o desenvolvimento tecnológico do setor de defesa, direcionando esforços para novas capacidades. Na Amazônia, a dispersão das tropas é um obstáculo a ser minimizado pela tecnologia.

O vazio de poder existente na região amazônica pressupõe, além de novas tecnologias, uma necessidade de adensamento do poder do Estado Brasileiro, colocado pela END como condição necessária para a conquista dos objetivos de estabilização e desenvolvimento integrado (BRASIL, 2008), cuja grande dificuldade recai sobre a escassez de malhas viárias na região. Neste contexto, a navegação fluvial apresenta-se como o melhor veículo de capilarização para o interior da selva.

O desenvolvimento do presente trabalho até este ponto fundamentou a base doutrinária para o estabelecimento dos parâmetros necessários para definir trajetórias tecnológicas, dentro da proposta de um paradigma tecnológico, que conduzam ao desenvolvimento de um sistema ou equipamentos de comunicações que aliem as necessidades do Exército Brasileiro, suportem as exigências impostas pela fisiografia da Região Amazônica, possuam tecnologias de emprego em rede e de segurança de comunicação e que sejam capazes de proporcionar a interoperabilidade demandada pela Estratégia Nacional de Defesa, tudo ao mesmo tempo.

Para que se obtenha a esperada interoperabilidade entre as Forças, o conceito de Guerra Centrada em Redes atende às necessidades doutrinárias das Forças Armadas.

A GCR tem influenciado diretamente na atualização de princípios de treinamento, emprego e sistemas de armas dos principais exércitos do mundo. Suas concepções têm sido adotadas por uma grande variedade de países e organizações internacionais, como a OTAN.

Por isso, o Programa Amazônia Protegida contempla o Projeto “Sistema Integrado de Monitoramento de Fronteiras” (SisFron), que tem por objetivo estabelecer um grupo de sensores e atuadores ao longo da faixa de fronteira, particularmente na Região Amazônica, o que elevará a capacidade de monitorar e controlar nossas fronteiras.

Esse é um desafio de pesquisa cujos parâmetros foram sumariamente abordados neste trabalho, no intuito de se visualizar caminhos que levem ao estabelecimento de requisitos, dentro dos macroprocessos de C&T do Exército Brasileiro, constantes do PBCT, abordados anteriormente.

A formação do Grupo Finalístico de C², em prol do aprimoramento das atividades de Comando e Controle do Exército Brasileiro, vem ao encontro do momento atualmente vivido pela Força Terrestre, onde o processo de transformação planejado pelo Exército Brasileiro exige, entre outros aspectos, um grande esforço em C&T para reduzir a lacuna tecnológica vigente.

Nesse escopo, já estabelecida a importância fundamental da navegação fluvial nas operações militares no cenário amazônico, o Comando e Controle desta atividade ganha elevada relevância no contexto da Transformação do Exército, em especial, dentro do Projeto do SisFron.

O somatório das variáveis analisadas neste trabalho, como as diretrizes de Defesa do Estado Brasileiro, o Sistema de C&T do Exército Brasileiro, a Guerra Centrada em Redes, a Revolução em Assuntos Militares, as experiências de outras forças, as propostas do paradigma tecnológico, as características da Amazônia e seus efeitos sobre as comunicações militares, a doutrina de comunicações do EB e da navegação fluvial, convergem a uma vasta gama de trajetórias tecnológicas possíveis para a determinação de requisitos voltados ao Comando e Controle em um conjunto mais restrito de interesse para este trabalho, que serão apresentados a seguir.

7.1 TRAJETÓRIAS TECNOLÓGICAS PARA O ESTABELECIMENTO DE PARÂMETROS DO C² PARA A NAVEGAÇÃO FLUVIAL

Para que se atenda às diretrizes que estabelecem o ciclo de vida dos Materiais de Emprego Militar, vigentes na Portaria Ministerial N^o 271, de 13 de junho de 1994 – Modelo Administrativo do Ciclo de Vida dos Materiais de Emprego Militar (IG 20-12), devem ser definidos a aplicação, os objetivos e a descrição sumária do modelo proposto.

O produto resultante das especificações a serem estabelecidas neste trabalho deve ser classificado como MEM Tipo A:

1) MEM Tipo A – material **novo** a ser pesquisado e/ou ser desenvolvido, no País ou no Exterior, pelo Exército ou por empresa nacional ou por empresa estrangeira ou por conjunto dessas organizações, mediante convênios, contratos ou acordos de cooperação com o Exército (Brasil, 1994a, grifo nosso).

Dentro do ciclo de vida previsto nas IG 20-12, o objetivo deste trabalho se alinha com a 1^a Fase dos Blocos de Atividades, que trata do levantamento das necessidades e formulação conceitual (BRASIL, 1994a, p. 5). Tal etapa deve verificar as necessidades correntes e operacionais futuras do MEM. Nesse último quesito, inclui-se a importância do estabelecimento do paradigma tecnológico para o emprego das comunicações na atividade de navegação fluvial, objeto principal desta pesquisa.

A direção tomada para a realização deste trabalho conduziu para a conclusão de que, no contexto da capacitação tecnológica industrial nacional prevista na END, não foi identificado um equipamento ou conjunto de equipamentos de fabricação brasileira que atenda à demanda operacional do Exército Brasileiro nas comunicações da navegação fluvial na Região Amazônica.

Além dos aspectos acima delineados, a necessidade de interoperabilidade entre as Forças Armadas, a fim de possibilitar as operações conjuntas, bem como outros requisitos já abordados neste trabalho foram condensados e analisados à luz das doutrinas de GCR, das experiências da OTAN, dos Exércitos estrangeiros estudados, do paradigma tecnológico. Como resultante, foram identificadas

características essenciais que respondem às questões estabelecidas pelos objetivos desta pesquisa.

Assim, em face dos estudos conduzidos ao longo desta lição, foram identificadas características essenciais e desejadas a serem atingidas, a fim de atender aos aspectos operacionais. Entretanto, este trabalho vai além do aspecto operacional, já que conclui também por trajetórias operacionais que direcionam soluções tecnológicas e inovações a serem buscadas para satisfazer às necessidades da Força Terrestre.

7.2 OS REQUISITOS OPERACIONAIS PARA O EMPREGO DAS COMUNICAÇÕES NA ATIVIDADE DE NAVEGAÇÃO FLUVIAL NA AMAZÔNIA

A definição dos requisitos operacionais, como resultante deste trabalho, foi revestida de um processo longo de pesquisa e análise, que esbarrou em dificuldades ao longo do caminho. As escassas fontes de doutrina de navegação fluvial, a restrição de informações sobre sistemas de Comando e Controle em todos os níveis, face à sensibilidade desses dados e a grande dificuldade de se realizar um trabalho de campo, em função da restrição financeira que assola as atividades operacionais militares são alguns exemplos elencados.

Todavia, foi possível estabelecer parâmetros que, por sua vez, definem características que, somadas, apontam para um material inédito a ser pesquisado ou desenvolvido conforme o que prescreve a IG 20-12.

Para relacionar tais características, é interessante dividi-las em dois grupos: as demandas operacionais consideradas essenciais e as trajetórias tecnológicas desejadas para a sua operação.

7.2.1 As demandas operacionais essenciais

Entende-se que, antes da determinação de um perfil tecnológico para um MEM, há que se determinar com a maior precisão possível as necessidades operacionais que devem ser atendidas por este material.

Os aspectos identificados ao longo do estudo desta pesquisa foram agrupados e selecionados para definir um perfil tecnológico adequado para o emprego de um sistema que atendessem à demanda deste estudo.

Assim, para atender aos imperativos levantados neste trabalho, a fim de atender às comunicações da navegação fluvial na Amazônia, foram elencadas as seguintes demandas operacionais (Quadro 3):

Quadro 3 – Demandas Operacionais das Comunicações da Navegação Fluvial na Amazônia.

DEMANDA OPERACIONAL LEVANTADA	REQUISITO IDENTIFICADO
Atender às diretrizes da Estratégia Nacional de Defesa, quanto a interoperabilidade entre as Forças. Em particular, possibilitar a ligação com os Navios de Patrulha Fluvial da Marinha do Brasil e vetores aéreos da FAB ⁸⁷ .	Capacidade de interoperabilidade entre as Forças Armadas
Habilitar o Brasil na participação em coligações internacionais, promovendo, assim, o País no contexto internacional. Atuação descentralizada das forças, em função da possível assimetria do combate, característica da guerra de 4ª geração, como na doutrina de resistência. Aumentar a rapidez da transmissão de comandos e ordens, possibilitando ao decisor dar sua resposta com maior efetividade. Alcançar a superioridade informacional, de conhecimento, de decisão e de efeitos nas operações. Interligação com sistemas de armas Interligação a outros sensores ativos e passivos	Possibilidade de funcionar em rede, com o compartilhamento de decisores.
Suportar o clima amazônico, que acelera degradação dos componentes eletrônicos dos equipamentos de comunicações.	Robustecimento que possibilite emprego na Amazônia, em função das condições fisiográficas.
Desenvolvimento da Indústria Nacional de Defesa, fomentado pela END.	Independência de indústria estrangeira Tecnologia de domínio nacional
Proporcionar o fluxo logístico não só em tempo de paz, mas em caso de conflito.	Cadeia logística independente
Um dos objetivos do GC2 é o desenvolvimento de um padrão de informações geográficas, o que possibilitará a criação de um banco de dados geográfico. Neste contexto, a navegação fluvial pode desempenhar um papel preponderante, já que sua capilaridade pode permitir o acesso a locais ainda não explorados.	Ser capaz de interpretar informações geográficas
Proporcionar o desenvolvimento da consciência situacional, por meio da integração a ferramentas de apoio à decisão.	Integrar-se a sistema de apoio à decisão utilizado pelas Forças Armadas, como o C ² em combate.
A necessidade de desenvolvimento da Doutrina Militar Terrestre vigente	Determinação de Condicionantes Doutrinárias e Operacionais (a serem complementadas pelo EME)
Possibilitar o emprego de módulos por pequenas frações, característica do emprego de tropa em ambiente de selva.	Portabilidade

⁸⁷ Ao considerar a necessidade de interoperabilidade com as aeronaves, considera-se, em consequência, a utilização da faixa de frequência em VHF, pois esta faixa é a empregada pelos vetores aéreos.

Dominar todo o ciclo de produção, gestão e divisão das informações nos sistema de C ² .	Controle do domínio informacional, da produção de hardware, software e compatibilidade de emprego, possibilitando, assim, a partilha da informação.
Atender aos ROB absolutos já definidos no SC ² FTer para o gateway do módulo de combate do Escalão Brigada (BRASIL, 2003).	Possibilitar o emprego do material rádio como ponto de acesso a um sistema ou como posto de uma rede tática. Permitir a visualização gráfica do terreno em 2 ou 3 dimensões, por meio de cartas digitalizadas.

Fonte: do Autor.

O conjunto das demandas acima apresentadas delinea o paradigma tecnológico proposto neste trabalho, já que, de acordo com a própria definição formulada por Dosi (2004), apresenta o emprego de princípios selecionados a fim de estabelecer um modelo, com o objetivo de estabelecer um modelo que responda às questões levantadas sobre o tema em pauta.

Assim, na visão deste autor, o paradigma tecnológico para as comunicações da Navegação Fluvial na Amazônia terá que fundir os conhecimentos específicos de origens diversas demandados pelos requisitos da tabela anterior, que também estabelece alternativas tecnológicas para esboçar a solução requerida nesta pesquisa.

Dessa forma, as demandas do Quadro 3, que abordam as questões do Paradigma Tecnológico demarcado neste trabalho, convergem nos aspectos de praticabilidade e comerciabilidade, já que se buscou atender aos imperativos expressos na concepção estratégica brasileira. Entretanto, cabe ressaltar a necessidade de envolvimento da sociedade brasileira como um todo, no sentido de dar o suporte devido ao vetor de defesa da nação, afirmado na END.

As demandas operacionais levantadas no Quadro 3 foram estabelecidas em função dos parâmetros decorrentes das variáveis do paradigma tecnológico: a fisiografia da Amazônia, as necessidades da Navegação Fluvial, as diretrizes estratégicas de defesa, doutrinas modernas como a Guerra Centrada em Redes e os princípios de emprego das comunicações militares. Tais parâmetros definem, segundo Dosi, as trajetórias tecnológicas para a resolução do paradigma tecnológico proposto.

7.2.2 As Trajetórias Operacionais Desta Pesquisa, Como Subsídio para Identificação das Trajetórias Tecnológicas Demandadas

O conceito de trajetória tecnológica definido por Dosi pressupõe o padrão de atividades para a resolução do paradigma tecnológico (DOSI, 1982, p. 148). Logo, a

trajetória é o conjunto de diligências para a solução do problema proposto pelo paradigma.

Ao longo deste trabalho, com o refinamento do conhecimento da doutrina de Revolução em Assuntos Militares, da Guerra Centrada em Redes, da Concepção Estratégica do Exército e, principalmente, do paradigma tecnológico; somados à identificação das vulnerabilidades tecnológicas da navegação fluvial, sob a influência da fisiografia da Amazônia, foram delineadas trajetórias operacionais⁸⁸ desejadas para solucionar esta questão.

A avaliação dessas trajetórias tecnológicas pode atender à solução do Paradigma estabelecido e direciona as trajetórias tecnológicas a se perseguir (heurística positiva).

Assim, as trajetórias tecnológicas expostas na tabela abaixo, utilizadas em conjunto, vão proporcionar a simbiose necessária para aliar as demandas doutrinárias e as possibilidades tecnológicas apresentadas nas tecnologias relacionadas às próprias trajetórias elencadas. São elas (Quadro 4):

Quadro 4 – Trajetórias Operacionais Desejadas e Tecnologias Relacionadas

TRAJETÓRIAS OPERACIONAIS DESEJADAS	TECNOLOGIAS RELACIONADAS
Possibilidade de se agregar tecnologias e/ou recursos ao equipamento.	Escalabilidade
Ser dotado de tecnologias que proporcionem a segurança das transmissões de modo transparente para o operador.	Medidas de proteção eletrônica
Possibilidade de interagir com faixas de frequências diversas, sem modificar o hardware. Assim, há a economia de recursos e a integração dos meios sem a necessidade de aquisição de sistemas completos.	Utilização de Rádio Definido por Software
Atender à flexibilidade de emprego em ambiente amazônico, face os rigores das condições climáticas nesta região. Proporcionar a transmissão de ordens em um Teatro de Operações geograficamente disperso e dissociador, como a Amazônia.	Possibilitar a transmissão satelital, preferencialmente, mas também oferecer o emprego do VHF e HF.
A integração com o SC ² FTer e o SIPAM pode proporcionar um grande benefício ao Comando Militar da Amazônia, já que favorecerá o Comando e Controle nas Operações Militares na sua área de responsabilidade.	Integração ao Sistema de Comando e Controle da Força Terrestre (SC ² FTer) Possibilitar a integração ao Sistema de Proteção da Amazônia (SIPAM)
Possibilitar a transmissão de vídeos e outros tipos de dados de não-voz.	Transmissão de voz e dados

⁸⁸ Identificadas a partir das necessidades operacionais para o emprego das comunicações para a navegação fluvial Militar, todas abordadas neste trabalho.

Possibilitar a maior segurança quanto a localização eletrônica por parte do oponente, por meio do controle de potência e medidas de proteção eletrônica.	Regulador de potência Criptofonia Salto de frequência Espalhamento Espectral
Convergência de tecnologias, proporcionando flexibilidade de emprego. Uso da internet como rede de tráfego.	Capacidade de transmissão de dados via IP, bem como outras medidas de proteção a ataques cibernéticos, em função do uso da internet.
Estabelecer um conjunto de sensores na fronteira e ao longo das principais calhas dos rios da Amazônia ocidental, principalmente nas rotas fluviais mais utilizadas, com a intenção de possibilitar uma malha em rede.	Rede de alerta imediato e controle das calhas, para a ação dos decisores e atuadores.

Fonte: Do Autor.

A participação/inclusão desses tópicos como temas de pesquisa no Grupo Finalístico de Comando e Controle, para fins de aprofundamento, desenvolvimento experimental e assessoramento científico tecnológico pode servir como balizamento para estabelecer um perfil tecnológico que contemple estas demandas.

As trajetórias tecnológicas a serem definidas pelas equipes de P&D devem se utilizar dos conceitos advindos do paradigma tecnológico. Desta forma, podem se apoiar no impulso pela tecnologia, buscando-se, assim, resultados mais diretos. Assim, as trajetórias acima elencadas servirão de direção geral a ser tomada na fase de pesquisa e desenvolvimento do MEM.

Cabe, ainda, destacar o emprego militar destas tecnologias, a fim de atender às necessidades de emprego militar dos meios propostos, o que remete ao conceito de tecnologia militar:

Atividades científicas e tecnológicas correspondem ao esforço sistemático, diretamente relacionado com a geração, avanço, disseminação e aplicação do conhecimento científico e técnico em todos os campos da Ciência e da Tecnologia. Incluem as atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D), o treinamento e a educação técnica e científica, bem como os serviços científicos e tecnológicos (FERREIRA, 2004 apud Livro Verde, MCT, 2000).

Assim, a visão militar operacional enfoca o emprego da tecnologia como um subsídio para atender às demandas de emprego militar. Cabe ressaltar que, em que pese à necessidade do estudo tecnológico e o estabelecimento de trajetórias operacionais que definam as tecnológicas, relacionando-as com tecnologias existentes ou propondo o desenvolvimento de inovações, a visão do combatente é direcionada às características operacionais de emprego do equipamento, bem como o aprimoramento da doutrina militar, no caso do surgimento de uma inovação tecnológica.

Impulsionando esse processo, a Estratégia Nacional de Defesa instiga a capacitação da autonomia da indústria bélica brasileira, ao estimular o desenvolvimento e retomada da indústria nacional de defesa como um dos seus eixos estruturantes. Em consequência, a modernização do parque industrial nacional deve reduzir o atraso tecnológico do Brasil, o que favorecerá a projeção do País no cenário global, que é um objetivo estratégico do país.

O estímulo à pesquisa no CECMA, investindo neste centro para aperfeiçoar a formação dos navegadores fluviais e também aprimorar o estudo e desenvolvimento da doutrina de navegação fluvial também deve ser uma meta, que subsidiará o incremento da atividade de Navegação Fluvial Militar.

No vetor dos recursos humanos, há que se proporcionar a capacitação do soldado nos sistemas adotados, desde o tempo de paz, com o objetivo de manter o pessoal habilitado a operar os meios existentes, em função da sua complexibilidade, a fim de evitar a solução de continuidade.

Dessa forma, os aspectos elencados acima coadunam com as propostas do Processo de Transformação do Exército, com o desenvolvimento de novos sistemas de armas, sensores e formas processamento de informações e aprimoramento do homem, dentro da qual deve ser revisto e aperfeiçoado o sistema de Comando e Controle da Força Terrestre e, em destaque, as comunicações da navegação fluvial militar na Região Amazônica.

Assim, o Exército está por experimentar uma mudança de paradigma na condução de operações militares, no caminho para um futuro que abrangerá novas tecnologias e doutrinas transversalmente.

Cabe lembrar, como aspecto fundamental, que além da tecnologia, o rompimento de paradigmas da doutrina e a capacitação do homem para o combate são elementos essenciais e não devem ser relegados a segundo plano, mas complementarem a tecnologia para a solução do paradigma tecnológico abordado neste trabalho.

Enfim, um novo paradigma tecnológico tem que ser entendido, com base nas propostas de demandas operacionais essenciais apresentadas e no aprofundamento técnico dos perfis tecnológicos desejados identificados neste trabalho, tudo para proporcionar a solução adequada para eliminar ou minimizar a vulnerabilidade das comunicações da navegação fluvial na Amazônica, core desta pesquisa.

CONCLUSÃO

“A suprema excelência consiste em quebrar a vontade do inimigo sem lutar”.
(Sun Tzu, 400-320 A.C)

O estudo conduzido neste trabalho não tem a intenção de esgotar o assunto, pois a vasta gama de aspectos e variáveis envolvidas já forma, por si só, um bloco de conhecimento muito extenso e diversificado, por compreender aspectos operacionais e técnicos muito abrangentes.

A abordagem da vulnerabilidade das comunicações na Navegação Fluvial vem da experiência deste Autor como Instrutor-Chefe da Divisão de Instrução de Embarcações do Centro de Embarcações do Comando Militar da Amazônia, nos anos de 2007 e 2008.

Já naquele momento, este Autor identificou como problema a lacuna tecnológica e operacional deste sistema. Assim, houve a oportunidade de aprofundar o assunto e, ao longo dos anos seguintes e até a presente data, foi possível desenvolver uma pesquisa científica inédita, com o objetivo de delinear um perfil tecnológico que eliminasse essa vulnerabilidade.

Foram identificados ainda outros aspectos que influenciariam diretamente o rumo do estudo em pauta, tais como a influência da fisiografia amazônica, a concepção estratégica brasileira e outros que enriqueceram o resultado deste trabalho. A vasta gama de assuntos abordados neste trabalho para atender sua proposta acabou por aprofundá-lo em questões transversais, o que demandou um elevado esforço de pesquisa.

Após a conclusão do Curso de Comando e Estado-Maior, este autor priorizou sua classificação na Região Amazônica, de modo a possibilitar a continuidade do estudo e a ratificação ou retificação dos dados levantados.

Ao ser classificado no Comando da 16ª Brigada de Infantaria de Selva, com sede em Tefé/AM, única Grande Unidade do Comando Militar da Amazônia inteiramente vocacionada para o emprego fluvial de seus meios, este autor pôde confirmar o problema identificado e ratificou as questões propostas, que envolveram as variáveis independentes levantadas como de influência direta sobre o resultado da pesquisa.

A metodologia científica empregada nesta pesquisa foi baseada na pesquisa bibliográfica, exploratória e documental, todas de caráter exploratório. Mesmo tendo

acesso aos meios de Navegação Fluvial existentes, não houve possibilidade de realizar uma experimentação, pois a restrição orçamentária vigente impediu sua consecução, já que as atividades de navegação fluvial exigem elevados custos.

A principal contribuição deste trabalho recai na identificação de um paradigma tecnológico que atenda à solução para a vulnerabilidade do Sistema Operacional Comando e Controle na atividade de navegação fluvial militar em ambiente amazônico, bem como às exigências de Guerra Centrada em Rede firmadas pela END de 2008. Logo, os resultados conceituais desta pesquisa serão aplicáveis como subsídio para o estabelecimento de trajetórias para o desenvolvimento de tecnologias a serem empregadas no C² da atividade de navegação fluvial na Amazônia, com foco final no desenvolvimento de um sistema que atenda às demandas tecnológicas e operacionais abordadas nesta pesquisa.

Além da contribuição científica, esses critérios contribuirão para o desenvolvimento de tecnologias que garantam o emprego seguro das comunicações na navegação fluvial.

De forma complementar, contribuirão também para o êxito dessa fundamental atividade não só no seu emprego operacional no combate regular, mas também no vetor logístico, o qual se reveste de vultosa importância no aspecto psicossocial, pois, na Amazônia, atualmente, é principalmente por meio da embarcação que as famílias que vivem nos pelotões de fronteira recebem os víveres e medicamentos necessários para sua sobrevivência.

Além dos aspectos já abordados, este trabalho traz uma contribuição subjacente ao reafirmar o estímulo à indústria de defesa nacional, um dos focos da END, aliada à necessidade de comprometimento do poder público em todos os vetores, principalmente o militar.

A dificuldade de abordar um assunto restrito e ligado a uma região, como a Amazônia, exige de todos os envolvidos um grande esforço para que se tenha sucesso, seja pelas distâncias, pelo vazio demográfico e restrições financeiras.

O estudo comparativo realizado com outros países mostra que, mesmo na América do Sul, o Brasil, que almeja o posto de liderança regional, não lidera o subcontinente em meios de Comando e Controle nem de Navegação Fluvial para emprego militar, mesmo tendo o maior malha hidroviária da região. Assim, se o País quer ser reconhecido como líder sulamericano, tem que investir nestes meios, sem os quais a própria soberania territorial brasileira na Amazônia está enfraquecida.

A seguir serão apresentadas recomendações acerca do estudo conduzido, com o objetivo de balizar grupos de pesquisa no prosseguimento de estudos sobre o assunto em pauta e colaborar com o desenvolvimento da Doutrina Militar Terrestre brasileira.

8.1 RECOMENDAÇÕES

O objetivo primaz desta pesquisa foi fomentar o prosseguimento de estudos e soluções dos diversos óbices que se apresentam para a atividade de Navegação Fluvial Militar, em particular no seu aspecto de Comando e Controle.

O processo de desenvolvimento do conhecimento científico deste trabalho mostrou a vulnerabilidade da Navegação Fluvial, mesmo sendo evidente e comprovada a sua importância no contexto da defesa da soberana brasileira na Amazônia, aspecto de destaque da atual Estratégia Nacional de Defesa.

O estabelecimento de novos Paradigmas Tecnológicos que proporcionem a evolução do C², no contexto da GCR, para a Navegação Fluvial, irá requerer um esforço e envolvimento dos altos escalões decisórios da Força Terrestre, pois a Navegação Fluvial, apesar de ser essencial para a Região Amazônica, é uma atividade de custo financeiro elevado e não tem recebido o suporte necessário para o seu desenvolvimento.

Com base nas discussões desta pesquisa, este autor apresenta algumas recomendações:

- estimular o Grupo de Comando e Controle no estudo de sistemas de Comando e Controle para a Navegação Fluvial do Exército, com base nas Trajetórias Tecnológicas e demandas operacionais levantadas neste trabalho;
- estimular a “Guerra Centrada em Redes” na lista de temas de pesquisas conduzidas pela Escola de Comando e Estado-Maior do Exército;
- estimular a criação de um grupo de pesquisa voltado para a renovação dos meios e doutrina do sistema de Navegação Fluvial Militar do Exército;
- priorizar o Centro de Embarcações do Comando Militar da Amazônia como centro de pesquisa e desenvolvimento de doutrina de Navegação Fluvial, contemplando-o com recursos financeiros e pessoal especializado, face a relevância da atividade para a região;

- estabelecer uma ligação mais estreita com a Marinha do Brasil, em particular na Região Amazônica, a fim de trocar experiências e padronizar procedimentos sobre a navegação nos rios nesta região;

- alterar o Quadro de Dotação de Material das OM de selva, de modo a prover meios de navegação fluvial que atendam às necessidades de emprego em suas áreas de responsabilidade, já que, em algumas OM da Amazônia, o rio é o único meio de transporte e ligação para fora de sua sede;

- propor ao Estado-Maior do Exército a condução de estudos no sentido de rever o módulo Brigada como o padrão do Exército Brasileiro, de acordo com o SIPLEx. O exemplo da OTAN, com o estabelecimento de forças-tarefa aptas a missões específicas, por meio dos Módulos de Capacidade de Missão, parece ser uma ideia coerente para a realidade brasileira, face à diversidade de cenários de emprego possíveis;

- promover, junto ao poder público, ações no sentido de conquistar o apoio e reconhecimento das necessidades de defesa do país, como o estímulo à indústria de defesa nacional, bem como a urgência de atendê-las; e

- estimular o Sistema de Ciência e Tecnologia, para que desenvolva um MEM que atenda às necessidades de emprego da Navegação Fluvial Militar na Amazônia, considerando os fatores apresentados neste trabalho.

Por fim, recomenda-se o prosseguimento nos estudos da questão em pauta, fundamental para a soberania brasileira na Região Amazônica e como estímulo para o aprimoramento do Processo de Transformação do Exército Brasileiro.

REFERÊNCIAS

ABRANTES, S. A. Introdução ao Espalhamento Espectral ("Spread Spectrum"). **Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto**, 2003. Disponível em: <http://paginas.fe.up.pt/~sam/CCD/apontamentos_SS/Introdu%E7%E3o.pdf>. Acesso em: 11 Mar 2011.

ACOCELLA, E. C. **Áreas de Conhecimento Tecnológico de Interesse do Exército Brasileiro. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Política, Estratégia e Alta Administração do Exército) - Escola de Comando e Estado-Maior do Exército**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2004.

AERONAUTICS. **NCW - Network Centric Warfare**. Disponível em: <<http://www.aeronautics-sys.com/?CategoryID=250&ArticleID=162>>. Acesso em: 13 Jun 2009.

ALBERTS, D. S. **Network Centric Warfare - Developing and Leveraging Information Superiority**. 2 Ed. ed. Washington: CCRP, 1999. 287 p.

ALBRIGHT, J. Combate ao Longo do Rach Ba Rai. **Sistemas de Armas**, 2003. Disponível em: <<http://sistemadearmas.sites.uol.com.br/nav/fluusarachbarai.html>>. Acesso em: 04 Mar 2011.

ALVES, C. E. F. **Embarcações de Emprego Tático no Batalhão de Infantaria de Selva - Uma Proposta. Dissertação (Mestrado em Ciências Militares) - Escola de Comando e Estado-Maior do Exército**. Rio de Janeiro: ECEME, 2006.

AMARANTE, J. C. A. D. Indústria Brasileira de Defesa: uma Questão de Soberania e de Autodeterminação. In: _____ **As Forças Armadas e o Desenvolvimento Científico-Tecnológico do País. Pensamento Brasileiro sobre Defesa e Segurança, Vol. 3**. Brasília: Ministério da Defesa, Secretaria de Estudos e de Cooperação: [s.n.], 2004.

AMAZONLINK.ORG. **Limites Éticos**. Disponível em: <<http://www.amazonlink.org/biopirataria/cupuacu.htm>>. Acesso em: 19 Dez 2010.

AMORIM, J. C. C. **Ciência e Tecnologia no Brasil e na Amazônia**. Simpósio Amazônia - ECEME. Rio de Janeiro: [s.n.]. 2010.

AZEVEDO, R. H. F. D. **A Reestruturação do Sistema de Transportes no Comando Militar da Amazônia; o Centro de Operações de Transportes. Tese (Doutorado em Ciências Militares) - Escola de Comando e Estado-Maior do Exército**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2008.

BELLO, J. C. R. D. **Propagação de Ondas Eletromagnéticas na Floresta Amazônica**. Rio de Janeiro: Instituto Militar de Engenharia - IME, 1984.

BELLO, J. C. R. D. Comunicações Táticas na Região Amazônica. **Revista Militar de Ciência e Tecnologia**, Rio de Janeiro, v. IX, n. 4, p. 7-19, 1992.

BERMÚDEZ, B. V. **A Guerra Assimétrica a Luz do Pensamento Estratégico Clássico. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Estado-Maior para Oficiais Superiores) - Escola de Guerra Naval.** Rio de Janeiro: [s.n.], 2008.

BOEING DEFENSE AUSTRALIA. **Boeing Defese Australia Demonstrates Net-centric Comand and Control Capability.** Disponível em: <<http://www.boeing.com.au/ViewContent.do?id=43483&year=2009>>. Acesso em: 03 Jun 2009. Disponível em.

BOEING DEFENSE AUSTRALIA. **Command, Control and Communications (C3) Networks.** Disponível em: <<http://www.boeing.com/ids/c3networks/index.html>>. Acesso em: 03 Jun 2009.

BRASIL. CONSTITUIÇÃO (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília: [s.n.], 1988.

BRASIL. ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO. **Manual de Campanha C11-61: Comunicações na Divisão de Exército.** Brasília: EGGCF, 1995.

BRASIL. ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO. **Instruções Provisórias IP 100-1 Bases para a Modernização da Doutrina de Emprego da Força Terrestre.** Brasília: [s.n.], 1996.

BRASIL. ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO. **IP 72-1 Operações na Selva.** Brasília: [s.n.], 1997.

BRASIL. ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO. **Manual de Campanha C 11-1 Emprego das Comunicações.** Brasília: [s.n.], 1997.

BRASIL. ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO. **Manual de Campanha C 24-18. Emprego do Rádio em Campanha.** Brasília: EGGCF, 1997.

BRASIL. ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO. **Portaria Nr 032 - EME - Aprova os Requisitos Operacionais Básicos Nr 01/03, Sistema de Comando e Controle da Força Terrestre (SC2FTer), níveis Bda e DE.** Brasília: [s.n.], 2003.

BRASIL. ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO. **Plano Básico de Ciência e Tecnologia do Exército Brasileiro.** Brasília: Departamento de Ciência e Tecnologia, 2006.

BRASIL. ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO. **Sistema de Planejamento do Exército (SIPLEx).** Brasília: [s.n.], 2008.

BRASIL. ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO. **Estratégia Braço Forte.** Brasília: [s.n.], 2009.

BRASIL. ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO. **Plano Estratégico de Reestruturação do Exército 2011-2014.** Brasília: [s.n.], 2009.

BRASIL. ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO. **Processo de Transformação do Exército.** Brasília: [s.n.], 2010.

BRASIL. MINISTÉRIO DA DEFESA. **Áreas e Tecnologias de Interesse da Defesa Nacional**. Disponível em: <http://www.defesa.gov.br/ciencia_tecnologia/index.php?page=areas>. Acesso em: 03 jun 2009.

BRASIL. MINISTÉRIO DA DEFESA. **Centro de Comunicações e Guerra Eletrônica do Exército - CComGEx**. Disponível em: <http://www.dct.eb.mil.br/index.php?option=com_content&view=article&id=56&Itemid=60>. Acesso em: 14 Fev 2010.

BRASIL. MINISTÉRIO DA DEFESA. **Portaria Ministerial Nr 270, de 13 de junho de 1994, aprova as Instruções Gerais para o Funcionamento do Sistema de Ciência e Tecnologia do Exército (IG 20-11)**. Brasília: EGGCF, 1994.

BRASIL. MINISTÉRIO DA DEFESA. **Portaria Ministerial Nr 271, de 13 de junho de 1994, aprova as Instruções Gerais do Modelo Administrativo do Ciclo de Vida dos Materiais de Emprego Militar (IG 20-12)**. Brasília: EGGCF, 1994a.

BRASIL. MINISTÉRIO DA DEFESA. **Concepção Estratégica do Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação de Interesse da Defesa Nacional**. Brasília: [s.n.], 2003a.

BRASIL. MINISTÉRIO DA DEFESA. **As Forças Armadas e o Desenvolvimento Tecnológico do País**. Brasília: Secretaria de Estudos e Cooperação, v. 3, 2004. 310 p.

BRASIL. MINISTÉRIO DA DEFESA. **Aeronaves da Força Aérea Brasileira**, 2009. Disponível em: <<http://www.fab.mil.br/portal/aeronaves/index.html>>. Acesso em: 09 Abr 2009.

BRASIL. MINISTÉRIO DA DEFESA. **Indústria de Material Bélico do Brasil**. Disponível em: <<http://www.imbel.gov.br/>>. Acesso em: 04 Fev 2010.

BRASIL. MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. **Agência Nacional de Transportes Aquaviários**, 2009. Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br/portal/Default.asp>>. Acesso em: 27 Mai 2009.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. Decreto Nr 5.484, de 30 de junho de 2005. Aprova a Política de Defesa Nacional. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**., Brasília, Brasília, 01 Jul 2005.

BRASIL.PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Estratégia Nacional de Defesa**. Brasília: Ministério da Defesa, 2008.

BRATHWAITE, F. A. D. A. **Integração dos Sistemas Estratégico e Tático de Comunicações.Dissertação (Mestrado em Ciências Militares) - Escola de Comando e Estado-Maior do Exército**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2002.

BRINGEL, S. R. B. Considerações Hidrológicas da Bacia Amazônica. **Amazônia à Vista**, 2005. Disponível em: <<http://www.amazoniavista.com.br/Noticia.asp?ID=50>>. Acesso em: 16 Dez 2010.

CAMPOS, F. L. S. **Tecnologia e Sistema Nacional de inovação - Uma Abordagem Complexa**. Porto Alegre: UFRS, 1998.

CAMPOS, S. Radioescuta, DX e Radiodifusão Internacional em Ondas Curtas. **Radioescuta DX**, 2002. Disponível em: <<http://www.sarmiento.eng.br/Propagacao.htm#Gloss%E1rio%20>>. Acesso em: 28 Fev 2011.

CARDOSO, A. **O Papel da Ciência e Tecnologia na Defesa da Soberania Nacional**, 2009. Disponível em: <<http://www.cepen.org/2009/03/o-papel-da-ciencia-e-tecnologia-na-defesa-da-soberania-nacional/4/>>. Acesso em: 28 Jan 2010.

CARRASCO, L. Amazônia - Ambientalismo, Novo Colonialismo. **Movimento de Solidariedade Ibero-Americana**, Rio de Janeiro, p. 90, 2010.

CARVALHO, B. C. D.; KOMURA, R. T. Evolução e uma Aplicação Militar do Rádio Definido por Software. **Revista CTEx P&D**, Rio de Janeiro, 2004. 11 p.

CASTELLS, M. **A Sociedade em Rede**. São Paulo: Paz e Terra, v. 1, 2000.

CASTRO, F. M. Embarcações Fluviais Russas. **Sistemas de Armas**, 2003. Disponível em: <<http://sistemadearmas.sites.uol.com.br/nav/flurusrom.html>>. Acesso em: 13 Mar 2011.

CECMA. **Palestra Institucional a ECEME**. ECEME. Rio de Janeiro. 2010.

CENTRO DE COMUNICAÇÕES E GUERRA ELETRÔNICA DO EXÉRCITO. **Palestra do CComGEx**. Rio de Janeiro: ECEME. 2009.

CENTRO DE EMBARCAÇÕES DO COMANDO MILITAR DA AMAZÔNIA. **Dados Médios de Planejamento para o Emprego de Embarcações(DAMEPLAN)**. Manaus. 2008.

CENTRO DE EMBARCAÇÕES DO COMANDO MILITAR DA AMAZÔNIA. **Palestra do Comandante da 12ª Região Militar**. Manaus. 2008.

CHIBENI, S. S. **Kuhn e a Estrutura das Revoluções Científicas**. Campinas: UNICAMP, 2004.

CMA (COMANDO MILITAR DA AMAZÔNIA). **Palestra aos alunos da Escola de Comando e Estado-Maior do Exército**. Simpósio Amazônia 2010. Rio de Janeiro: [s.n.]. 2010.

COLLETTI, J. C. **Administradores.com.br - O Portal da Administração**. Disponível em: <http://www.administradores.com.br/artigos/bsc_balanced_scorecard/12992/>. Acesso em: 20 Out 2009.

COMSAT INTERNATIONAL. Universalização do Acesso à Internet na Amazônia, 2007.

CONÇALVES, L. C. G. **O Planejamento das Comunicações Táticas na Estratégia da Resistência. Monografia (Curso de Altos Estudos Militares) - Escola de Comando e Estado-Maior do Exército.** Rio de Janeiro: [s.n.], 1999.

COSTA, F. L. D. Primeiro protótipo do Módulo de Telemática Operacional. **Informativo do Centro Tecnológico do Exército**, Rio de Janeiro, Abr 2009. 16 p.

COSTA, J. C. V. D. **A Segurança da Informação no Sistema de Comando e Controle do Exército:** situação atual, vulnerabilidades, deficiências e proposta de implementação de novas tecnologias. Monografia (CAEM) - Escola de Comando e Estado-Maior do Exército. Rio de Janeiro: [s.n.], 2008.

CRIBB, A. Y. **Inovação e Difusão:** considerações teóricas sobre mudança tecnológica. São Paulo: USP, 2003.

DIAS, J. C. M. **A Guerra Centrada em Rede - NCW.** Disponível em: <<http://www.mar.mil.br/caaml/passadico/2006/15aguerra.pdf>>. Acesso em: 16 Mar 2009.

DIGITAL, S. **Glossário de Informática.** Disponível em: <http://www.sociedadedigital.com.br/glossa.php?pageNum_glossario=2&totalRows_glossario=120&item=5>. Acesso em: 12 Fev 2010.

DOD, U.S. DEPARTMENT OF DEFENSE. **National Defense Strategy.** Washington: [s.n.], 2008.

DOSI, G. Technological Paradigms and Technological Trajectories. **Science Policy Research Unit**, Brighton, U. K, n. North-Holland Publishing Company, p. 147-162, 1982.

DOSI, G. In: _____ **Mudança Técnica e Transformação Industrial.** Campinas: Unicamp, 2006.

DOSI, G. Curriculum Vitae. **LEM - Laboratory of Economics and Management**, 2010. Disponível em: <http://www.lem.sssup.it/cv/Dosi_CV.pdf>. Acesso em: 24 Mar 2010.

DUNHAM, F. B. E. A. **Processos de Produção de Combustíveis Sintéticos:** Análise das Trajetórias Tecnológicas. 2o Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás. Rio de Janeiro: [s.n.]. 2003. p. 6.

ECEME - ESCOLA DE COMANDO E ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO. **ME 320-5 - Vocabulário da ECEME.** 2002. ed. Rio de Janeiro: ECEME, 2002.

EUGÊNIO, A. L. B. **A Guerra Centrada em Rede:** um Breve Balanço. Portugal: Revista Militar, 2009.

FERREIRA, A. M. **Sistemas de Combate do Futuro:** Elementos para Formulação Conceitual. Dissertação (Mestrado em Ciências Militares, Escola de Comando e Estado-Maior do Exército - ECEME). Rio de Janeiro: ECEME, 2004.

FILHO, A. V. Paradigmas Tecnológicos: uma Visão Histórica para a Transição Presente. **Economia**, Curitiba, v. 30, n. UFPR, p. 65-105, 2004.

FILHO, H. V. P. **Base Industrial de Defesa - BID: um Modelo para Atender às Necessidades Estratégicas da Força Terrestre**. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Política, Estratégia e Alta Administração do Exército) - Escola de Comando e Estado-Maior do Exército. Rio de Janeiro: [s.n.], 2008.

FILHO, J. B. Argila Calcinada: Pavimentando o desenvolvimento na Amazônia. **Portal da Amazônia**. Disponível em: <<http://portalamazonia.globo.com/pscript/artigos/artigo.php?idArtigo=281>>. Acesso em: 27 Jan 2010.

FORÇAS TERRESTRES. **C4ISR**. Disponível em: <<http://www.forte.jor.br/?p=2967>>. Acesso em: 11 jun 2009.

FREITAS, J. E. D. F. **As Possibilidades de Uso da Rede de Comunicações do Exército (EBNet) nas Operações Militares**. Trabalho de Graduação Interdisciplinar (Especialização) - Escola de Comando e Estado-Maior do Exército. Rio de Janeiro: [s.n.], 2005.

GARCIA, L. E. **Navegação Fluvial - Ações do ministério dos Transportes**. Agência Nacional de Águas. Brasília, p. 53. 2010.

GOMES, M. G. F. M. **O Apoio à Decisão no Projeto e Preparo da Força Terrestre: A Urgência de um Centro de Análises**. Monografia (Curso de Altos Estudos Militares da Escola de Comando e Estado-Maior do Exército - ECEME). Rio de Janeiro: [s.n.], 2002.

GOMES, M. G. F. M. **Dissuasão Versus Presença: Estratégias Complementares ou Contraditórias**. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Política, Estratégia e Altos Estudos do Exército - ECEME). Rio de Janeiro: ECEME, 2006.

HEINL JR., R. D. **Dictionary of Military and Naval Quotations**. 1. ed. Annapolis, MA: United States Naval Institute, 1966.

HENRY, R.; PEARTREE, C. E. **Military Theory and Information Warfare**. [S.l.]: Parameters, 1998.

HOESCHL, H. C. **A Telemática nos Tribunais**. Florianópolis: UFSC, 1997.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). Estados. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=am>>. Acesso em: 27 Dez 2010.

IBRÜGGER, L. The Revolution in Military Affairs. **The Information Warfare Site**, 1998. Disponível em: <<http://www.iwar.org.uk/rma/resources/nato/ar299stc-e.html>>. Acesso em: 31 Mar 2010.

IMPrensa NACIONAL. Lei Complementar 136/2010. **Diário Oficial da União**, Brasília, 26 Ago 2010. 1.

JOBIM, N. **A Defesa na Agenda Nacional - O Plano Estratégico de Defesa**, 2008. Disponível em: <https://www.defesa.gov.br/mostra_materia.php?ID_MATERIA=32371>. Acesso em: 22 Fev 2010.

JOURNAL, C. **U. S. Radio Waveform Tested in Suburban Jungle**. Disponível em: <<http://www.c4isrjournal.com/story.php?F=4132397>>. Acesso em: 12 Jun 2009.

JÚNIOR, V. D. **O Sistema de Comando e Controle Divisionário sob o Enfoque da Modelagem de Sistemas. Dissertação (Mestrado em Ciências Militares) - Escola de Comando e Estado-Maior do Exército**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2007.

KAGAN, F. **The U.S Military's Manpower Crisis.**, 2006. 13 p.

LAMBAKIS, S. **Reconsidering Asymmetric Warfare**, p. 7 P, 2004.

LIMA, A. G. M. D. **Rádio Definido por Software: o Próximo Salto no Mundo das Telecomunicações e Computação**, Brasília, 2009. 5 p.

LIMA, J. A. L. **Doutrina e Emprego das Embarcações na Amazônia - Uma Proposta. Monografia (Curso de Altos Estudos Militares) Escola de Comando e Estado-Maior do Exército**. Rio de Janeiro: ECEME, 2000.

LIND, W. S. ET AL. **The Changing Face of War - Into the Fourth Generation**, 1989. Disponível em: <<http://twm.co.nz/4thgenwar.htm>>. Acesso em: 03 Mar 2010.

LUMAN, R. R. Proceedings on Combating the Unrestricted Warfare Threat - Integrating Strategy, Analysis, and Technology. **Unrestricted Warfare Symposium**, n. Johns Hopkins University, 2007.

MARTINEZ, R. Cotecmar. **Capital e Mercado**, 2010. Disponível em: <<http://reginamartinez.wordpress.com/page/17/>>. Acesso em: 12 Mar 2011.

MATSUMURA, J. et al. **The Army After Next: Exploring New Concepts and Technologies for the Light Battle Force**. [S.l.]: Arroyo Center, 1997.

MAZARR, M. J. **The Revolution in Military Affairs: a Framework for defense Planning.**, 1994. 38 p.

METZ, S.; KIEVIT, J. **Strategy and the Revolution in Military Affairs: From Theory to Policy**. [S.l.]: US Army War College, 1995.

MINISTÉRIO DA DEFESA. **Manual de Comunicações para Operações Combinadas - MD31-M-01**. Brasília: MD, 2001.

MINISTÉRIO DA DEFESA. **Doutrina de Emprego Combinado da Estratégia de Resistência - MD33-M-09**. Brasília: MD, 2007.

MINISTÉRIO DA DEFESA. **Manual de Guerra Eletrônica para o Emprego em Operações Combinadas - MD32-M-02**. Brasília: MD, 2007.

MOLINIER, M. et al. Hidrologia da Bacia do Rio Amazonas. **Ciência e Tecnologia**, Rio de Janeiro, 1995.

MOREIRA, A. Lamy quer gestão global da Amazônia. **DefesaNet**, 2005. Disponível em: <<http://www.defesanet.com.br/toa/lamy/>>. Acesso em: 21 Out 2010.

MOTA, R. M. D. **Engenho e Arte da guerra - A Inovação nas Vertentes do Setor de Defesa. Dissertação de mestrado submetida ao Programa de Graduação em Administração da universidade de Brasília. UnB**. Brasília: [s.n.], 2009.

MULINEN, F. D. **Manual Sobre el Derecho de la Guerra para las Fuerzas Armadas**. Genebra, Suíça: Comité Internacional de la Cruz Roja, 2005.

NETWORK CENTRIC OPERATIONS INDUSTRY CONSORTIUM. **NATO - Interoperability Integrated Project Team (IPT)**. Disponível em: <<http://www.ncoic.org/technology/activities/neer>>. Acesso em: 11 Jun 2009.

OLIVEIRA, C. N. B. D. **Comando e Controle na Guerra Digitalizada: Estudo da Estrutura de Comando e Controle na era da Revolução da Informação**. (Monografia apresentada à Escola de Guerra Naval, como requisito para conclusão de curso). Rio de Janeiro: EGN, 2008.

OLIVEIRA, G. B. D. Algumas Considerações sobre Inovação Tecnológica, Crescimento Econômico e Sistemas Nacionais de Inovação. **Revista FAE**, Curitiba, v. 4, n. 3, p. 5-12, set/dez 2001.

OLIVEIRA, J. E. B. Ciência, Tecnologia e Inovação em Áreas de Interesse da Defesa (Artigo Revisado). **Revista da Diretoria de Engenharia Aeronáutica**, Rio de Janeiro, p. 52-62, 2005.

OTAN, ORGANIZAÇÃO DO TRATADO DO ATLÂNTICO NORTE. **NATO Handbook**. Bruxelas: NATO Office of Information and Press, 2001. 536 p.

OTAN, ORGANIZAÇÃO DO TRATADO DO ATLÂNTICO NORTE. **NNEC Information Portal**, 2010. Disponível em: <<https://transnet.act.nato.int/WISE/Information>>. Acesso em: 27 Fev 2010.

PAMPLONA, F. **A Amazônia e a Guerra de Resistência**, Brasília, p. 21, 2001.

PATTEE, P. G. A Estratégia. **Operações Centradas em Rede**. Disponível em: <http://aestrategia.com/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=114>. Acesso em: 15 Mar 2009.

PATTEE, P. G. Airpower. **Operações Centradas em Rede**. Disponível em: <<http://www.airpower.maxwell.af.mil/apjinternational/apj-p/2008/2tri08/pattee.htm>>. Acesso em: 15 Mar 2009.

PEREZ, M. D. M. **Análise de Desempenho de um Sistema Militar de Transmissão de Imagens Digitais Utilizando Enlaces Rádio na Faixa de HF. Monografia (Curso de Comando e Estado-Maior) - Escola de Comando e Estado-Maior do Exército**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2008.

PORTAL SIPAM. Contro Regional de Manaus Realiza o Treinamento nos Terminais RDSS, 2009. Disponível em: <http://www.sipam.gov.br/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=1504>. Acesso em: 10 Mar 2011.

PRADO, F. A. D. M. **As Comunicações no Combate em Ambiente de Selva: uma Proposta de Estrutura da Unidade de Apoio de Comunicações**. Monografia (Curso de Comando e Estado-Maior) - Escola de Comando e Estado-Maior do Exército. Rio de Janeiro: [s.n.], 2000.

PROA - PRATICAGEM DOS RIOS OCIDENTAIS DA AMAZÔNIA. **Régua dos Rios**. Disponível em: <http://www.proamaneaus.com.br/regua_dos_rios.php>. Acesso em: 20 Mai 2009. Disponível em.

RAFAEL ADVANCED DEFENSE SYSTEMS LTD. **C⁴I - Connect Converged IP Network**. Disponível em: <<http://www.rafael.co.il/marketing/area.aspx?folderID=335&docID=926>>. Acesso em: 02 Jun 2009. Disponível em.

RAFAEL ADVANCED DEFENSE SYSTEMS LTD. **Connected VOIP Communication System for Ground Forces**, 2009.

RAFAEL ADVANCED DEFENSE SYSTEMS LTD. **C⁴I Connect. Converged VoIP-Based Communication for Net Centric Warfare**, 2009.

REVISTA VERDE-OLIVA. **Ciência & Tecnologia**, Brasília, p. 50 p, 2008.

ROHDE & SCHWARZ. R&S@M3TR Software Defined Radios, 2011. Disponível em: <http://www2.rohde-schwarz.com/en/products/secure_communications/tactical_radiocommunications/M3TR-%7C-Front_View-%7C-30-%7C-4690.html>. Acesso em: 04 Mar 2011.

SALLES, R. M. et al. Novas Perspectivas Tecnológicas para o Emprego das Comunicações no Exército Brasileiro. **Revista Militar de Ciência e Tecnologia**, Rio de Janeiro, v. XXV, p. 68-80, 2008.

SALOMÃO, S. L. C. C2 em Combate. **Informativo do Centro Tecnológico do Exército**, Rio de Janeiro, p. 6 p, 2006.

SANTOS SHIPLOVERS. Navios Brasileiros, 2010. Disponível em: <<http://www.naviosbrasileiros.com.br/ngb/R/R004/R004-f28.jpg>>. Acesso em: 07 Mar 2011.

SCALES, R. H. **Future Warfare Anthology**. Pennsylvania: U. S. Army War College, 1999.

SCALES, R. H. The Second Learning Revolution. **Military Review**, p. 37 - 44, January-February 2006.

SCHIMIDT, Ê. **As Comunicações nas Operações de Selva e Ribeirinhas. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Comando e Estado-Maior do**

Exército) - Escola de Comando e Estado-Maior do Exército. Rio de Janeiro: [s.n.], 1989.

SCOTT, R. Tough Military Communications. **Jane's information Group Ltd.** Disponível em: <<http://www.janes.com/events/exhibitions/index2009/sections/daily/tough-military-voip-commu.shtml>>. Acesso em: 11 Jun 2009.

SILVA, C. **O Sistema de Comunicações dos BI nas Op de GLO em Ambiente Rural:** Situação Atual e Propostas para Efetivar o Apoio. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Oficial de Comunicações) - Escola de Comunicações do Exército. Rio de Janeiro: [s.n.], 2006.

SILVA, G. W. D. **Laboratório de Simulação de NCW (Network Centric Warfare).** Instituto Tecnológico da Aeronáutica - ITA. São José dos Campos, p. 5. 2007.

SULLIVAN, G. R.; DUBIK, J. M. Land and Warfare in the 21st Century. **U. S. Army College Fourth Annual Strategy Conference**, Washington, p. 33, 1993.

SURPLUS COMMUNICATIONS LTD. **Yaesu Products - System 600.** Disponível em: <<http://www.transceiver.com.hk/yaesu.html>>. Acesso em: 20 Mai 2009.

U. S. AIR FORCE. Air Force C4ISR Systems. **Visual Intelligence**, 2010. Disponível em: <<http://www.visualintel.net/USAF/Weapon-Systems/C4ISR/Keepingwatch>>. Acesso em: 11 Abr 2010.

U. S. CENTER OF MILITARY HISTORY. **Vietnam Studies - Communications Electronics 1962-1970.** Disponível em: <<http://www.history.army.mil/books/Vietnam/Comm-El/ch10.htm>>. Acesso em: 11 Jun 2009.

UFRGS. O Espectro Eletromagnético. **Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, 2010. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/oei/cgu/espec/intro.htm>>. Acesso em: 30 Dez 2010.

VICENTE, J. P. N. **Guerra em Rede.** Lisboa: Prefácio, 2007.

VIDANO, R. **SPEAKeasy II - An IPT Approach to Software Programmable Radio Development**, Scottsdale, Arizona, 1997. 4 p.

WERTHEIN, J. A Sociedade da Informação e seus Desafios. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 71-77, maio/ago 2000.

WORLDLINGO. Alta Frequência. **Worldlingo HF**, 2011. Disponível em: <http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/pt/High_frequency>. Acesso em: 26 Fev 2011.