

A Guerra das Malvinas sob o enfoque da Guerra Eletrônica: ensinamentos para a Força Aérea Brasileira

The Falklands War under the approach Of Electronic Warfare: lessons to Brazilian Air Force

Cap Av Luciano Barbosa Magalhães



RESUMO

O estudo objetivou analisar como os recursos de Guerra Eletrônica (GE) utilizados na Guerra das Malvinas/Falklands contribuíram para o resultado do conflito. Para isso, realizou-se uma pesquisa explicativa, baseada na técnica de coleta de dados secundários e posterior análise estatística dos resultados, visando identificar os princípios mais importantes de GE envolvidos. Também foi utilizado o instrumento do estudo de caso para estabelecer um paralelo entre os recursos de GE utilizados durante a Guerra das Malvinas/Falklands e os atuais recursos da FAB. A pesquisa iniciou-se com a análise da utilização de mísseis ar-ar infravermelhos de 3ª geração nos combates aéreos. Após isso, verificou-se a suscetibilidade das aeronaves argentinas em função dos equipamentos de autodefesa existentes nelas. Em seguida, analisou-se a influência do conhecimento prévio das características do míssil Exocet argentino por parte da Inglaterra. Após isso, verificou-se o impacto da utilização do Míssil Anti-Radiação (MAR) contra os radares argentinos nas Ilhas Malvinas. Finalmente, este artigo estabeleceu um paralelo entre os recursos de GE utilizados durante a Guerra das Malvinas e os atuais recursos de GE da Força Aérea Brasileira (FAB). Dessa forma, foi possível extrair alguns ensinamentos que podem melhorar não só a utilização desses equipamentos e conceitos, mas também a alocação dos recursos financeiros na aquisição de equipamentos de GE essenciais para a FAB.

Palavras-chave: Guerra eletrônica. Malvinas. Falklands. Míssil.



ABSTRACT

This study had the purpose of analyze how the resources of Electronic Warfare (EW) used in the Malvinas/Falklands war contributed to the result of the conflict. To reach this goal, an explanatory research has been done, based in the technique of secondary data collection to do a statistic analysis of the results, aiming to identify the most important principles of EW involved in the process. Besides, It was used the tool of case study to establish a parallel between the resources of EW used during the Falklands War and the current Brazilian Air Force (BAF) resources of EW. The research initiated with the analysis of the use of third generation infrared air-to-air missiles in the air combats. After this, it verified the susceptibility of the Argentine aircraft in function of the existing self-defense equipment. After that, it analyzed the influence of the England previous knowledge about the Argentine "Exocet" missile characteristics. After this, it verified the impact of Ant radiation missile (ARM) used against the Argentine radars in the Malvinas/Falklands Islands. Finally, the work established a parallel between the resources of EW used during the Falklands War and the current Brazilian Air Force (BAF) resources of EW. So, it was possible to extract some teachings that cannot only improve the use of these equipments and concepts, but also improve the financial resources allocation in the acquisition of essential equipments of EW to BAF.

Keywords: Electronic warfare. Malvinas. Falklands. Missile.

INTRODUÇÃO

Nos últimos dez anos, a Força Aérea Brasileira (FAB) tem adquirido diversos equipamentos de Guerra Eletrônica (GE), a fim de renovar a sua frota e de manter-se pronta para a defesa da soberania da pátria.

Os poucos recursos financeiros disponíveis possibilitaram a aquisição de alguns equipamentos de GE, em detrimento de outros. Cumpre ressaltar que a escolha, em tempo de paz, de quais equipamentos adquirir pode ser primordial no momento de um conflito.

Como a última vez que a FAB participou de um conflito armado foi durante a II Guerra Mundial, utilizar as lições aprendidas com a Guerra das Malvinas poderá fornecer subsídios que, em tese, contribuirão para uma melhor alocação dos recursos financeiros na aquisição dos equipamentos de GE julgados necessários.

Dessa forma, na presente pesquisa, procura-se medir a influência dos recursos de GE, utilizados durante a Guerra das Malvinas, que contribuíram para o resultado do conflito, e extrair os ensinamentos deixados, visando estabelecer um parâmetro de comparação com os atuais recursos de GE existentes na FAB.

De que maneira os recursos de GE utilizados pela Argentina e pela Inglaterra das Malvinas contribuíram para o resultado do conflito?

Visando solucionar esse problema, este trabalho tem como objetivo geral analisar como os recursos de Guerra Eletrônica, utilizados pelos dois países

envolvidos na Guerra das Malvinas, contribuíram para o resultado do conflito.

Para que o objetivo geral seja alcançado, serão adotados cinco objetivos específicos:

a) analisar a influência da utilização de míssil ar-ar infravermelho, de 3ª geração ("all aspect"), pelas aeronaves inglesas, contra as aeronaves argentinas, durante os combates aéreos;

b) analisar o impacto dos equipamentos de autodefesa, utilizados nas aeronaves argentinas, durante a execução das missões de ataque à frota da Marinha Inglesa;

c) analisar a influência do conhecimento prévio das características do radar do míssil antinavio argentino (Exocet) por parte dos ingleses;

d) verificar o impacto da utilização de Míssil Anti-Radiação (MAR) contra os radares argentinos instalados nas Ilhas Malvinas;

e) estabelecer um paralelo entre os recursos de GE utilizados durante a Guerra das Malvinas e os atuais recursos de GE da FAB.

Com relação aos quatro primeiros objetivos específicos supracitados, existem quatro hipóteses a serem analisadas:

a) a utilização de um míssil ar-ar infravermelho, de 3ª geração ("all aspect"), pelas aeronaves inglesas, nos combates aéreos contra as aeronaves argentinas, permitiu maior exploração do espectro eletromagnético na faixa do infravermelho, o que resultou num grande número de aeronaves abatidas e, conseqüentemente, na diminuição da capacidade de combate dos argentinos;



b) os equipamentos de autodefesa, utilizados nas aeronaves argentinas, por possuírem diminuta capacidade de perceber e de se contrapor aos diversos armamentos enfrentados durante as missões de ataque aos navios ingleses, resultaram num grande número de aeronaves abatidas e, conseqüentemente, na diminuição da capacidade de combate;

c) o conhecimento prévio das características dos radares dos mísseis antinavio (Exocet) pode ter propiciado contramedidas eletrônicas pela frota inglesa, diminuindo a efetividade dos mísseis e, conseqüentemente, reduzindo a capacidade de destruição dos argentinos; e

d) o emprego de MAR contra os radares argentinos pode ter, mesmo que temporariamente, restringido o alarme antecipado, aumentando a suscetibilidade das aeronaves argentinas.

Visando atingir os objetivos estabelecidos, será realizada uma pesquisa explicativa, baseada na técnica de coleta de dados secundários. Posteriormente, será realizada a análise estatística dos resultados e a identificação dos principais princípios de GE envolvidos.

Por último, será realizado um estudo de caso, como instrumento metodológico para se estabelecer um paralelo entre os recursos de GE utilizados durante a Guerra das Malvinas e os atuais recursos da FAB.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

Schleher (1999) define Guerra Eletrônica (GE) como qualquer ação militar envolvendo o uso de ondas eletromagnéticas e energia direcionada, para controlar o espectro eletromagnético ou atacar o inimigo.

Ao analisar as ações militares dos países envolvidos no conflito, percebe-se que utilizaram diversos recursos de GE para obter, conforme definiu Schleher (1999), o controle do espectro eletromagnético e o sucesso no ataque ao inimigo.

Estudando o uso do espectro eletromagnético, pelos dois países, talvez seja possível verificar como os recursos de GE foram significativos no resultado do conflito.

2 O AIM-9L SIDEWINDER

A Argentina possuía um acervo de aproximadamente 110 caças ou caças-bombardeiros, distribuídos da seguinte forma: 11 *Mirage III*, 05 *Super Etendard*, 57 *A-4 Skyhawk* e 34 *Dagger* (ETHELL, 1983).

Ao longo do conflito, a Força Tarefa Britânica utilizou 28 aeronaves *Sea Harrier* e 10 aeronaves *Harrier* embarcadas nos porta-aviões *Hermes* e *Invincible*, (UDEMI, 1989).

Uma visão geral das principais aeronaves e seus armamentos ar-ar associados, utilizados no conflito, pode ser observada na Tabela 1.

Tabela 1- Principais aeronaves e armamentos ar-ar na Guerra das Malvinas

ARGENTINA			INGLATERRA		
AERONAVE	MÍSSIL AR-AR	CANHÃO	AERONAVE	MÍSSIL AR-AR	CANHÃO
Mirage III	02 Matra Magic R550	30 mm	Sea Harrier	02 AIM-9L	30 mm
	01 Matra R530				
Dagger	02 Shafrir	30 mm	Harrier	02 AIM-9L	30 mm
Super Etendard	-	30 mm	Vulcan B2	-	-
A-4	-	20 mm	Nimrod	04 AIM-9L*	-
Canberra	-	-	* Apenas algumas aeronaves incorporaram esta configuração.		
Pucará	-	20 mm			
Macchi 339	-	30 mm			

Fonte: ETHELL, 1983.



A maior ameaça aérea para os ingleses vinha dos *Mirage III*, em função dos mísseis que os equipavam (UDEMI, 1989). Visando contrapor-se aos mísseis argentinos, foram instalados sistemas de lançamento de *chaff* e *flare* do tipo ALE-40 (BRAYBROOK, 1984). Além disso, todos os *Harrier* e *Sea Harrier* foram equipados com mísseis ar-ar AIM-9L, ou seja, com mísseis infravermelhos de terceira geração.

O míssil infravermelho, de terceira geração, possuía a vantagem de detectar o alvo num comprimento de onda que era possível identificar, não só as partes quentes da tubeira, mas também os gases de exaustão da aeronave, isso graças a um novo material empregado no detector, o Antimoneto de Índio (InSb), e à refrigeração (SCHLEHER, 1999). Isso permitia que o míssil fosse lançado em qualquer ângulo de apresentação da aeronave alvo, diferentemente dos mísseis de gerações mais antigas, como o *Matra Magic* R550 e o *Shafrir*, os quais detectavam apenas as partes quentes da tubeira, só permitindo o lançamento pelo setor traseiro do alvo (JANE'S, 2003).

Segundo Arcangelis (1985), era necessário conceber um detector que reagisse em comprimentos de onda próximos a 5 μm , correspondente aos gases de exaustão do motor, enquanto que os mísseis de primeira e segunda gerações tinham sensores que reagem próximos de 2,5 μm , correspondendo não só às emissões do metal incandescente da tubeira, mas também às dos raios de sol refletidos pelas nuvens.

Dessa forma, percebe-se que os mísseis da terceira geração, em relação às duas gerações anteriores, pareciam explorar melhor a faixa do espectro eletromagnético, pois conseguiam captar uma gama maior de emissões geradas pelo alvo, propiciando uma solução de tiro em qualquer ângulo de apresentação da aeronave oponente.

Entre os mísseis ar-ar utilizados no conflito, apenas o *Matra* R530 era do tipo radar semi-ativo, ou seja, o radar da aeronave lançadora iluminava o alvo e o míssil se guiava pelas ondas que eram refletivas de volta pelo alvo (SHAW, 1986).

Segundo Arcangelis (1985), todos os *Harrier* e *Sea Harrier* eram equipados com *Radar Warning Receiver* (RWR) e lançadores de *chaff* e *flare*. Isso

fazia com que os pilotos britânicos pudessem saber quando o míssil *Matra* R530 havia sido lançado, bem como efetuar o lançamento de *chaff*, resultando na perda de acoplamento do radar inimigo.

Das aeronaves argentinas, apenas os *Super Etendard* e os *Dagger* eram equipados com RWR (ARCANGELIS, 1985). Algumas receberam *chaff* e *flare* próximo ao final da guerra (ETHELL, 1983).

O *flare* pode ser efetivo contra os mísseis infravermelhos das primeiras gerações, pois esses se fixam nos pontos mais quentes, na faixa de 1 a 3 μm , ou seja, em temperaturas compreendidas entre 1300 e 2000 Kelvin (SCHLERER, 1999).

Segundo Ethell (1983), no dia 1º de maio de 1982, a Argentina possuía 256 aeronaves disponíveis para combate. No entanto, 17 delas foram abatidas exclusivamente por mísseis AIM-9L. Portanto, ao término do conflito, pode-se constatar que 6,64% das aeronaves argentinas foram abatidas por um AIM-9L.

O total de aeronaves argentinas de caça, caça-bombardeiro, bombardeiro e ataque era de 146 (ETHELL, 1983). Considerando que esses vetores constituíam as aeronaves de combate, uma vez que ofereciam um risco direto à frota e às aeronaves inglesas, pode-se dizer que os AIM-9L foram responsáveis por abater 11,64% desse total.

Nenhum bônus foi creditado aos mísseis ar-ar utilizados pela Argentina, bem como nenhum *Sea Harrier* foi perdido em combate aéreo (NORDEEN, 2002).

Dessa forma, pode-se constatar que a utilização do míssil ar-ar infravermelho de 3ª geração permitiu maior exploração do espectro eletromagnético na faixa do infravermelho, o que resultou num grande número de aeronaves abatidas e, conseqüentemente, na diminuição da capacidade de combate dos argentinos, havendo indícios de que a primeira hipótese foi corroborada.

3 OS EQUIPAMENTOS DE AUTODEFESA ARGENTINOS

Segundo Ball (1985), a sobrevivência de uma aeronave é definida como a capacidade de ela resistir às hostilidades ambientais feitas pelo homem ou de evitá-las. A incapacidade de uma aeronave evitar os radares, mísseis guiados,



explosões das cabeças de guerra, armamentos de cano e demais elementos de um ambiente hostil é definida como suscetibilidade. Portanto, para que se possa aumentar a sobrevivência da aeronave em combate é preciso diminuir a sua suscetibilidade.

Para reduzir a suscetibilidade podem ser utilizados diferentes tipos de contramedidas eletrônicas, agrupadas nos seguintes conceitos (BALL,1985):

- a) alarme de ameaça (RWR);
- b) bloqueadores e despistadores;
- c) redução de assinatura;
- d) descartáveis (*chaff e flare*);
- e) supressão da ameaça; e
- f) táticas.

A aplicação específica de cada uma delas tem se dado por faixas importantes do espectro eletromagnético, tais como a radar, a infravermelha e a visual. Em muitas situações de combate elas são combinadas para degradar o sistema de defesa aéreo inimigo (BALL, 1985).

Dessa forma, analisando as aeronaves argentinas, percebe-se que a escassez de equipamentos de GE pode ter contribuído para as perdas sofridas durante os ataques aéreos à frota da Marinha Britânica.

De acordo com a Tabela 2, apenas dois tipos de aeronaves utilizaram o conceito de alarme de ameaça, possuem um RWR para localizar e identificar as ameaças nas vizinhanças da aeronave, o que permite ao piloto identificar a aproximação de mísseis e perceber que a aeronave estava sendo iluminada por algum radar (BALL, 1985).

Segundo Ball (1985), as duas técnicas de emissão de radiação mais empregadas para reduzir a suscetibilidade de uma aeronave são obtidas por meio da utilização de bloqueadores e despistadores. O bloqueador pode ser utilizado para mascarar o eco da aeronave, ao passo que o despistador transmite sinais para enganar ou confundir o sistema inimigo. A utilização desses equipamentos evitaria que os radares detectassem, identificassem e rastreassem o alvo, impedindo a utilização de míssil radar ou de artilharia de cano. Se as aeronaves argentinas tivessem a capacidade de bloquear os radares dos armamentos ingleses, eles poderiam ter tido uma maior taxa de sobrevivência (GREEN, 2005).

Com relação à redução de assinatura pelas aeronaves argentinas, nenhum registro foi encontrado. É possível que não tenha sido explorada.

Os descartáveis (*chaff e flare*) são materiais ou dispositivos projetados para serem ejetados de uma aeronave, com o propósito de despistar o sistema de acoplamento de uma ameaça por um determinado período de tempo (BALL, 1985). Conforme a Tabela 2, apenas algumas aeronaves, no final do conflito, receberam esses tipos de contramedidas (ETHELL, 1983). O treinamento não preparou adequadamente os pilotos argentinos para efetuarem o lançamento de *chaff e flare*, pois não os utilizaram corretamente diante da ameaça inimiga (GREEN, 2005).

De acordo com Ball (1985), a supressão de ameaças consiste em ações tomadas pelas forças

Tabela 2 - Equipamentos de GE das aeronaves argentinas

AERONAVE	RWR	CHAFF	FLARE	BLOQUEADOR	DESPISTADOR
MIRAGE III	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
DAGGER	SIM	SIM*	NÃO	NÃO	NÃO
SUPER ETENDARD	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
A-4	NÃO	SIM*	SIM*	NÃO	NÃO
CANBERRA B62	NÃO	SIM*	SIM*	NÃO	NÃO
IA-58 PUCARÁ	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
MACCHI 339	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
* EQUIPAMENTOS INSTALADOS AO FINAL DO CONFLITO.					

Fontes: ARCANGELIS (1985) e ETHELL (1986).



amigas com a intenção de danificar, ou destruir fisicamente, um sistema de ameaça. Entretanto, esse conceito não será abordado, uma vez que a Argentina não possuía MAR.

Os argentinos exploraram o conceito de tática de forma simples e inteligente, pois se dirigiam simultaneamente a um mesmo alvo, visam saturar os radares e outras defesas antiaéreas dos navios, além de voarem quase no nível do mar, com todos os seus radares e demais equipamentos emissores de ondas eletromagnéticas desligados. Dessa forma, não havia quase nenhuma radiação eletromagnética para ser detectada (ARCANGELIS, 1985).

Desconsiderando-se a atuação dos *Harrier* e *Sea Harrier* no conflito, uma vez que já foi comentada anteriormente, a defesa aérea da frota britânica era provida por 52 navios (CHANT, 2001). Além dos armamentos embarcados nos navios, utilizados para prover a defesa antiaérea, serão abordados também os empregados em superfície, pois foram destinados a apoiar os navios e tropas durante o desembarque nas ilhas.

Entre os navios britânicos, sete eram armados com o míssil *Sea Dart*, dezessete com o *Sea Cat* e dois com o *Sea Wolf*. Muitos eram equipados com canhões de 4.5 polegadas, 20 mm e 40 mm (NORDEEN, 2002).

O míssil *Blowpipe*, além de empregado no desembarque, também foi utilizado dos convéscos dos navios, enquanto os mísseis *Rapier* protegiam as áreas de pouso. O míssil *Stinger*, utilizado pelas

tropas de comandos britânicas, também foi utilizado para apoiar o desembarque nas Ilhas Malvinas (NORDEEN, 2002). A Tabela 3 apresenta um resumo das principais características dos sistemas de mísseis utilizados pela frota inglesa.

A falta de equipamentos de GE, para impedir o uso do espectro eletromagnético pelos sistemas de armas da frota inglesa, pode ter aumentado a suscetibilidade das aeronaves argentinas e, conseqüentemente, diminuído o seu percentual de sobrevivência, já que 27 delas foram destruídas por esses sistemas (MORO, 2003). A frota britânica abateu 10,54% das aeronaves argentinas empregadas.

Além disso, pode-se dizer que a Força Tarefa Britânica foi responsável por abater 18,49% das aeronaves de combate argentinas.

Portanto, analisando os equipamentos de autodefesa utilizados nas aeronaves argentinas, por possuírem diminuta capacidade de perceber e de se contrapor aos diversos armamentos enfrentados durante as missões de ataque aos navios ingleses, pode-se inferir que tenham sido responsáveis pelo grande número de aeronaves abatidas e, conseqüentemente, tenham contribuído para a diminuição da capacidade de combate, corroborando-se a segunda hipótese.

4 AS DEFESAS CONTRA O EXOCET

O sistema de armas composto pelo *Super Etendard* e pelo míssil anti-navio *Exocet* havia sido

Tabela 3 – Características dos mísseis utilizados para proteção dos navios ingleses

AMEAÇAS	ALCANCE MÁXIMO (NM)	TETO MÁXIMO (ft)	SISTEMA DE GUIAMENTO	FAIXA DE FREQUÊNCIA OU COMPRIMENTO DE ONDA POSSIVELMENTE EXPLORADO
BLOWPIPE	1,9	-	ÓPTICO	VISUAL
RAPIER	4,6	10.000	ÓPTICO / BEAM RIDER	VISUAL
SEA CAT	2,9	10.000	RÁDIO CONTROLE	G/H/J
SEA DART	24,0	50.000	SEMI-ATIVO	E/F/G/H
SEA WOLF	1,9	15.000	SEMI-ATIVO	D/E/F/I
STINGER	3,0	10.000	INFRAVERMELHO (IV)	4.1 A 4.4 μ m

Fontes: ARCANGELIS (1985), JANE'S (1978) e NORDEEN (2002).



recentemente incorporado pela Armada Argentina, apenas cinco unidades de cada um desses equipamentos foram entregues pela França (MORO, 2003).

No dia 04 de maio de 1982, duas aeronaves *Super Etendard*, cada uma equipada com um míssil *Exocet*, decolaram para atacar dois navios, localizados a cerca de 70 NM das Malvinas. Elas eram equipadas com o *Agave*, um radar monopulso, que operava na banda I (8 a 10 Ghz) (ARCANGELIS, 1985).

As aeronaves navegaram a baixa altura, para evitar a detecção radar. A 25 NM de distância dos navios, os *Super Etendard* subiram para 500 ft, ligaram seus radares para localizar a frota, programaram os computadores dos mísseis *Exocet*, depois desligaram os radares e voltaram novamente para a altura de vôo inicial. A 23 NM efetuaram o lançamento e retornaram para a base (ARCANGELIS, 1985).

Durante o breve momento em que as aeronaves argentinas ligaram seus radares, um navio britânico interceptou as emissões e alertou o restante da frota. O Controle de defesa aérea do *Hermes* identificou as emissões como sendo do *Mirage III*, jamais imaginaram que fossem do *Super Etendard*. Os ingleses achavam que os argentinos ainda não estivessem treinados para efetuar o emprego dos mísseis *Exocet* de suas aeronaves. Por essas razões, os britânicos não deram a devida importância para as emissões radar (ARCANGELIS, 1985).

Naquele exato momento, o *HMS Sheffield* estava transmitindo e recebendo mensagens via satélite, uma operação que requeria a desativação de todos os outros equipamentos transmissores de energia eletromagnética, razão pela qual os radares do navio não detectaram nem os aviões, nem os mísseis. Além disso, o sistema de Medida de Apoio a Guerra Eletrônica (MAGE) do *Sheffield* também não recebeu as emissões do *Exocet*, mas deve-se considerar que o ambiente era eletromagneticamente denso, com emissões provenientes de inúmeros equipamentos de comunicação, *Identification Friend or Foe* (IFF) e radares (ARCANGELIS, 1985).

Um dos mísseis atingiu o casco do *HMS Sheffield*, mas não explodiu. O navio, entretanto,

afundou após seis dias (ARCANGELIS, 1985). O segundo *Exocet* apenas passou perto do *HMS Yarmouth* (CHANT, 2001).

Com relação aos armamentos ofensivos do *HMS Sheffield*, pode-se dizer que o *Sea Dart* tinha capacidade antimíssil, mas seu alcance era inferior ao do *Exocet*. Além disso, a Grã-Bretanha não tinha nenhuma aeronave de Alarme Aéreo Antecipado que pudesse operar embarcada, portanto, os avisos de ataques eram limitados à detecção dos radares dos navios. Isso significava que o *Super Etendard* poderia lançar seus mísseis fora do alcance dos *Sea Dart*, pois, uma vez lançados, os mísseis navegariam a 30 ft do nível do mar (ARCANGELIS, 1985).

A única possibilidade de defesa que o *Sheffield* realmente poderia tentar era o canhão de 20 mm, que poderia não ser efetivo contra um alvo de área tão pequena, quando aproado com o navio (ARCANGELIS, 1985).

Pela análise dos armamentos defensivos, pode-se constatar que o *Sheffield* possuía o UAA-1 *Abbey Hill*, um equipamento de Suporte Eletrônico destinado a fornecer aviso antecipado de transmissões radar e de vigilância do espectro eletromagnético, na faixa compreendida entre 1 a 18 Ghz, o que permite, inclusive, o azimute de chegada. Esse sistema era capaz de fornecer aviso automático de ameaças, caso os parâmetros armazenados fossem interceptados. No entanto, esse equipamento não forneceu nenhum alarme, ou por causa da interferência eletrônica, ou porque os parâmetros do míssil não estavam armazenados como ameaça, já que a Marinha Britânica tinha a versão superfície-superfície do *Exocet*, o MM-38, instalada em alguns de seus navios (ARCANGELIS, 1985).

O *HMS Sheffield* era equipado com dois sistemas lançadores de *chaff* do tipo *Corvus* e, provavelmente, também possuísse o *Bexley 669*, um despistador, e o *Bexley 667/668*, um bloqueador, mas nenhum foi utilizado (ARCANGELIS, 1985).

O *Exocet*, após lançado, navegava por um sistema inercial, que era imune aos ataques eletrônicos. A seis milhas do alvo ligava o seu radar automaticamente, acoplava o alvo e navegava em sua direção. Era equipado com o *Adac*, um radar



monopulso, que operava na banda X (8,5 a 12,5 Ghz), possuía sofisticados sistemas de Proteção Eletrônica, o que lhe tornava resistente aos despistadores e bloqueadores existentes (ARCANGELIS, 1985).

Apesar de a faixa de frequência de recepção do *Abbey Hill* abranger as faixas de frequência dos radares do *Super Etendard* e do *Exocet*, aquele não possuía capacidade de distinguir e interpretar, instantaneamente, os sinais eletromagnéticos, em virtude das suas limitações internas (ARCANGELIS, 1985).

Portanto, como forma de compensar as suas deficiências de GE frente à ameaça do *Exocet*, a Marinha Britânica providenciou grandes quantidades de *chaff*, para que fossem usados durante os ataques aéreos (ARCANGELIS, 1985).

No dia 25 de maio, dois *Super Etendard*, armados com dois mísseis *Exocet*, efetuaram o ataque a um grande alvo, mas, assim que os aviões subiram, foram detectados pela frota inglesa, que efetuou grande quantidade de lançamentos de *chaff*, mostrando-se efetivos em confundir e desviar os mísseis. Entretanto, um dos mísseis atingiu e afundou o *Atlantic Conveyor*, um navio mercante, que não tinha nenhum sistema de autodefesa eletrônico. O último *Exocet* da Armada Argentina foi empregado no dia 30 de maio, mas nenhum navio foi acertado, pois novamente a frota se protegeu com o uso de *chaff*. (ARCANGELIS, 1985).

Em 11 de junho, uma peça de artilharia costeira efetuou o lançamento de um *Exocet* através de dados de posição fornecidos pelo radar de superfície AN/TPS-43, localizado nas Malvinas. O míssil atingiu o *HMS Glamorgan* (ARCANGELIS, 1985).

Portanto, dos seis *Exocet* disparados, três atingiram o alvo, o que resulta em 50% de acerto. Mesmo após identificarem as ameaças e utilizarem as contramedidas eletrônicas disponíveis, os mísseis continuaram acertando o alvo. Segundo Arcangelis (1985), como a Marinha Britânica tinha esses mísseis no seu acervo, eles já tinham o conhecimento prévio das características do radar do míssil. Além disso, como o presidente francês possibilitou o treinamento dos ingleses com os aviões *Mirage III* e *Super Etendard* franceses,

provavelmente os ingleses também já conheciam as características do radar *Agave* (MORO, 2003).

Dessa forma, o conhecimento prévio das características dos radares dos mísseis anti-navio (*Exocet*) não propiciou contramedidas eletrônicas eficazes pela frota inglesa, o que pode ter aumentado a efetividade dos mísseis e, conseqüentemente, aumentado a capacidade de destruição dos argentinos, que anula a terceira hipótese proposta.

5A UTILIZAÇÃO DO MÍSSIL ANTI-RADIAÇÃO (MAR)

A Argentina montou um sistema de alarme antecipado nas Ilhas Malvinas, o qual era composto pelos radares AN/TPS-43F e pelo AN/TPS-44, aquele era tridimensional, utilizado para vigilância de longo alcance, enquanto esse era empregado para vigilância tática (UDEMI, 1989).

Para defender a Ilha de ataques aéreos, a Argentina deslocou vários tipos de sistemas de armas antiaéreas controladas por radar. Entre eles, destacam-se os mísseis *Roland*, *Tigercat* e o *Blowpipe*, bem como alguns sistemas de Artilharia Antiaérea (AAAE), tal como o canhão *Oerlinkon* de 35 mm, direcionado pelo radar *Skyguard* (UDEMI, 1989). Também foram empregados os canhões *Rheinmetall* de 20 mm, que eram controlados pelo radar ELTA (NORDEEN, 2002).

Como os ingleses haviam abandonado a utilização do Alarme Aéreo Antecipado (AEW) em 1978, tiveram que utilizar os *Sea Harrier* para voar missões de defesa de frota, algo para o qual não haviam sido projetados, tentando compensar a falta de um AEW para a força tarefa inglesa (HEWSON, 2001).

Para os ingleses defenderem a frota era necessário que ficassem a uma determinada distância dos navios, realizando uma Patrulha Aérea de Combate (PAC). Entretanto, para que não fossem detectados pelos radares da ilha, deveriam ficar restritos a níveis de vôo mais baixos, reduzindo o tempo de permanência na PAC. Mesmo assim, os argentinos ainda conseguiam detectar as rotas de recolhimento das PAC e, como normalmente convergiam para um determinado ponto, era possível estimar a localização dos porta-aviões (GREEN, 2005).



Com o intuito de destruir os radares de vigilância argentinos, foram utilizados os *Vulcan*, bombardeiros de longo alcance, equipados para realizarem a missão de Supressão de Defesa Aérea Inimiga (SDAI) com o AGM-45 *Shrike*, um Missil Anti-Radiação (ARCANGELIS, 1985).

A primeira missão realizada foi a *Black Buck 5*, ocorrida no dia 31 de maio, na qual um *Vulcan*, carregado com dois mísseis *Shrike*, se aproximou a baixa altura, subiu, entretanto, a 16.000 ft, para se encaixar nos parâmetros de ataque. Ao ingressar na área de detecção dos radares, dois diretores de tiro acoplaram a aeronave, embora estivesse fora do alcance do armamento. Após a identificação do alvo, os dois mísseis foram lançados, mas o controlador argentino foi mais rápido e desligou o radar antes que ele fosse atingido, não houve dano. (ETHELL, 1983). O procedimento do operador radar pode ter sido correto, pois uma estratégia que pode ser utilizada pelo radar quando ele for alvejado por um MAR é parar com a emissão de ondas eletromagnéticas, de maneira que o míssil perca a informação de guiamento (SCHLEHER, 1999).

O princípio da SDAI é que o inimigo se sentirá inibido de usar integralmente os seus sistemas de detecção, pela presença de uma arma que seja capaz de destruir as fontes de radiação (SCHLEHER, 1999). Naquele dia, após o ataque, houve pouca atividade aérea argentina durante o dia (ETHELL, 1983).

A segunda e última missão realizada foi a *Black Buck 6*, efetuada no dia 03 de junho. Desta vez, a aeronave estava armada com quatro mísseis. Os argentinos já sabiam o que deveriam esperar de uma aeronave que se comportasse daquela maneira, portanto, toda vez que o *Vulcan* se aproximava de Puerto Stanley, os radares eram desligados. Na última tentativa, o *Vulcan* desceu para 10.000ft, de forma a incitar os argentinos a ligarem os radares. De repente, um radar foi ligado, e fez com que a tripulação efetuasse o disparo de dois mísseis. Apenas um radar *Skyguard* foi danificado (ETHELL, 1983).

Portanto, dos quatro mísseis utilizados, apenas um conseguiu lograr êxito ao atingir o *Skyguard*, mas o objetivo principal da missão, que era destruir os dois radares de vigilância, não foi atingido, ou seja,

o AN/TPS-43F e o AN/TPS-44 permaneceram em funcionamento até o final da guerra (UDEMI, 1989).

Dessa forma, o emprego de MAR contra os radares argentinos pode ter restringido, instantaneamente, o alarme antecipado nas Ilhas Malvinas, mas provavelmente pode não ter aumentando a suscetibilidade das aeronaves, pois como voavam essencialmente no período diurno, não ficavam sem o apoio da cobertura radar, havendo indícios de que a quarta hipótese foi refutada.

6 A GE DAS MALVINAS E A FAB EM 2006

Estabelecendo um paralelo entre os recursos de GE utilizados pelas aeronaves inglesas e argentinas durante a Guerra das Malvinas e os da FAB em 2006, pode-se extrair as lições apreendidas durante o conflito e aplicá-las dentro do contexto atual, com vistas ao domínio do espectro eletromagnético.

Com base na Tabela 1, pode-se observar que a **capacidade ofensiva** das aeronaves de combate inglesas baseou-se no domínio da faixa do infravermelho, através da utilização de um míssil de 3ª geração, que explorava melhor essa faixa do espectro eletromagnético.

Apesar de os ingleses não utilizarem mísseis radar semi-ativos na faixa de microondas, não permitiam que os argentinos a dominassem, pois possuíam meios de detecção, através do RWR, e de contramedidas, por meio de lançamento de *chaff*, negando aos argentinos a exploração efetiva dessa outra faixa do espectro eletromagnético, conforme visto anteriormente.

Outro aspecto a ser observado foi a preparação inicial dos pilotos ingleses, pois realizaram treinamento de combate dissimilar com os pilotos franceses de *Mirage III* e *Super Etendard* (MORO, 2003).

De acordo com Santos (2004), os mísseis infravermelhos são, estatisticamente, as armas mais efetivas usadas contra aeronaves.

Os mísseis infravermelhos já estão na 5ª geração, como é o caso do *Python 5* e do AIM-9X. As inovações incorporadas por esses mísseis são resultantes de vários fatores, tais como os novos



tipos de detectores infravermelhos, que, arranjados em forma de matriz, conseguem montar uma imagem infravermelha do alvo, sendo capazes de rejeitar *flares* convencionais (SANTOS, 2004).

Observando a Tabela 4, que enumera quantitativamente os armamentos ar-ar das principais aeronaves de caça da FAB, e para os ensinamentos obtidos da Guerra das Malvinas, pode-se extrair as principais vantagens e deficiências da exploração do espectro eletromagnético por parte dos armamentos utilizados pela Força Aérea Brasileira.

Entre as principais deficiências encontradas, cita-se a ausência de mísseis ar-ar nas aeronaves A-1, não explorando a faixa do infravermelho para obter um maior alcance do poder de fogo, uma vez que só dispõem de canhões de 30mm. As mesmas considerações podem ser feitas para as demais aeronaves de caça sem míssil ar-ar.

Um das vantagens encontradas pode ser a utilização de mísseis infravermelhos de 4ª geração, pois assim como os de 5ª, também possuem a capacidade de rejeitar o *flare* convencional, negando o uso da contramedida ao inimigo (SANTOS, 2004). Outra vantagem pode ser o emprego do míssil *Beyond Visual Range* (BVR), ou seja, um míssil que é lançado além do alcance visual do alvo, aumentando o alcance do poder de fogo amigo, através da exploração da faixa das microondas.

Com relação à **capacidade defensiva** das aeronaves de combate, vê-se, a partir da Tabela 2,

que a inexistência de sistemas de detecção e contramedidas eletrônicas pode ter contribuído para a diminuição da sobrevivência delas durante as missões de ataque à frota da Marinha Britânica, já que essa, conforme visto anteriormente, chegou a abater 18,49% das aeronaves de combate.

Analisando os equipamentos de GE existentes em algumas aeronaves da FAB, conforme a Tabela 5, percebe-se que ainda existem muitas delas sem nenhuma capacidade de contramedidas eletrônicas, como por exemplo, o R-99A/B, o F-5E/F, o A-29 e o Xavante. Observa-se ainda a deficiência quanto à existência de bloqueadores e despistadores, o que aumenta a suscetibilidade dessas aeronaves.

Segundo Green (2005), se os argentinos tivessem a capacidade de bloquear os radares inimigos, poderiam ter tido maiores taxas de sobrevivência durante os ataques. Além disso, a falta de treinamento dos pilotos argentinos para manusearem o *chaff* e o *flare* fez com que eles não os utilizassem corretamente. Portanto, a FAB precisa treinar os seus recursos humanos disponíveis.

A Força Tarefa Britânica não tinha, nos seus navios, uma aeronave AEW, com capacidade de operar embarcada, deixando as aeronaves que voassem a baixa altura fora do alcance dos seus radares (UDEMI, 1989).

Tiram-se, daí, dois ensinamentos. O primeiro é a necessidade de se ter uma aeronave AEW para prover o alarme antecipado. No caso da FAB, já se

Tabela 4 - Aeronaves de caça da FAB e seus armamentos ar-ar em 2006

BRASIL			
AERONAVE	MÍSSIL AR-AR		CANHÃO
	BVR	INFRAVERMELHO	
MIRAGE 2000	SIM	SIM (3ª geração)	30 mm
F-5M	SIM	SIM (3ª e 4ª geração)	20 mm
F-5	NÃO	SIM (3ª geração)	20 mm
A-1 (AMX)	NÃO	NÃO	30 mm
IMPALA	NÃO	NÃO	30 mm
XAVANTE	NÃO	NÃO	.50 pol
A-29	NÃO	NÃO	.50 pol

Fonte: pesquisa bibliográfica do autor, 2006.



Tabela 5 - Equipamentos de GE de algumas aeronaves brasileiras em 2006

AERONAVE	RWR	CHAFF	FLARE	BLOQUEADOR	DESPISTADOR
MIRAGE 2000	SIM	SIM	SIM	NÃO	NÃO
F-5M	SIM	SIM	SIM	SIM	NAO
F-5E/F	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
A-1	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM
IMPALA	SIM	SIM	SIM	NÃO	NÃO
XAVANTE	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
A-29	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
R-99A/B	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
C-130	SIM	SIM	SIM	NÃO	NÃO

Fonte: pesquisa bibliográfica do autor, 2006.

utiliza o R-99A. O segundo é que o voo a baixa altura contra uma força sem capacidade AEW pode ser eficiente, na medida em que a aeronave incursora fica fora da cobertura radar do inimigo.

Segundo Ethell (1983), nenhuma aeronave *Super Etendard* foi abatida durante o conflito. Analisando o emprego dessa aeronave, em conjunto com o *Exocet*, percebe-se que a associação da tática de penetração a baixa altura, com um míssil que pudesse ser lançado fora do alcance dos *Sea Dart*, pode ter contribuído para esse resultado. Apesar de os navios britânicos ainda conseguirem detectar as emissões das aeronaves argentinas no momento em que essas subiam para acoplar seus radares neles, nada poderia ser feito, pois nenhum armamento teria alcance para atingi-las, uma vez que, após efetuarem o lançamento do míssil, retornavam para as suas bases.

Talvez o maior aprendizado dessas missões para a FAB seja a adoção de armamentos com capacidade de lançamento fora do alcance inimigo, ou seja, capacidade *stand-off*, principalmente contra ameaças navais.

Apesar de o emprego do MAR pelos ingleses não ter impedido o uso constante dos radares, nem ter destruído o sistema de vigilância argentino na ilha (talvez pela pequena quantidade de missões), constata-se que durante o período da ameaça não houve utilização dos radares.

Finalmente, quanto ao emprego do MAR pela FAB, pode-se dizer que só a ameaça da sua

utilização pode negar o uso parcial do espectro eletromagnético pelo inimigo, ou, caso seja utilizado, destruir definitivamente o radar. Por outro lado, deve-se dar mais atenção à formação e ao treinamento do operador radar, na medida em que é fundamental para reconhecer a ameaça e como combatê-la, visando ao emprego eficiente de todos os recursos de GE disponíveis.

CONCLUSÃO

Procurou-se medir, neste artigo, como a influência dos recursos de GE, utilizados durante a Guerra das Malvinas, contribuiu para o resultado do conflito, realizou uma pesquisa explicativa, baseada na técnica de coleta de dados secundários. Foi feita uma análise estatística dos resultados e a identificação dos princípios de GE envolvidos. Além desses procedimentos, utilizou-se o instrumento metodológico do estudo de caso para estabelecer um paralelo entre os recursos de GE utilizados nas Malvinas e os atuais recursos da FAB.

Dessa forma, pode-se constatar que a utilização do míssil ar-ar infravermelho, de 3ª geração, pelas aeronaves inglesas, permitiu maior exploração do espectro eletromagnético na faixa do infravermelho, resultando num grande número de aeronaves abatidas e, conseqüentemente, na diminuição da capacidade de combate dos argentinos, dando indício de que a primeira hipótese foi corroborada.

Analisando os equipamentos de autodefesa utilizados nas aeronaves argentinas, por possuírem



diminuta capacidade de perceber e de se contrapor aos diversos armamentos enfrentados durante as missões de ataque aos navios ingleses, pode-se inferir que tenham sido responsáveis pelo grande número de aeronaves abatidas e, conseqüentemente, tenham contribuído para a diminuição da capacidade de combate, o que corrobora a segunda hipótese.

Também foi constatado que o conhecimento prévio das características dos radares dos mísseis anti-navio (*Exocet*) não propiciaram contramedidas eletrônicas eficazes pela frota inglesa, o que pode ter aumentado a efetividade dos mísseis e, conseqüentemente, aumentado a capacidade de destruição dos argentinos, refuta-se, assim, a terceira hipótese proposta.

Além dessa, o emprego de MAR contra os radares argentinos pode ter restringido, instantaneamente, o alarme antecipado nas Ilhas

Malvinas, mas, provavelmente, pode não ter aumentado a vulnerabilidade das aeronaves, pois como voavam essencialmente no período diurno, não ficavam sem o apoio da cobertura radar, oferecendo indícios que refutam a quarta hipótese.

Os fatos verificados estão diretamente relacionados com o referencial teórico adotado, na medida em que foi constatado, em todo o trabalho, o uso das ondas eletromagnéticas para controlar o espectro eletromagnético e atacar o inimigo.

Portanto, baseado nas lições de GE aprendidas com a Guerra das Malvinas/Falklands, foi possível estabelecer parâmetro de comparação com os atuais recursos de GE existentes na FAB, fornecendo ensinamentos que podem melhorar não só a utilização desses equipamentos e conceitos, mas também a alocação dos recursos financeiros na aquisição de equipamentos essenciais, evidenciando as conquistas alcançadas com esse estudo.

REFERÊNCIAS

ARCANGELIS, M. de. **Electronic warfare: from Tsushima to the Falklands and Lebanon conflicts.** Poole: Blandford Press, 1985.

BALL, R. E. **The fundamentals of aircraft combat survivability analysis and design.** New York: AIAA, 1985.

BRAYBROOK, R. **British aerospace harrier and Sea harrier.** London: Osprey publishing Ltd., 1984.

CHANT, C. **Air war in the Falklands.** Oxford: Osprey Publishing, 2001.

ETHELL, J.; PRICE, A. **Guerra aérea sudatlântica.** Buenos Aires: Instituto de publicaciones navales, 1983.

GREEN, G. V. **Argentina's tactical aircraft employment in the falklands war.** Alabama: Air University, 2005.

HEWSON, R. Whisky Seven a solução AEW da Marinha britânica. **Revista Força Aérea**, Rio de Janeiro, ano 6, n.22, p. 98-101, 2001.

HUDSON, R. D. **Infrared system engineering.** New York: John Wiley & sons, 1969.

JANE'S. **Air-to-air Missiles.** 22 dec 2003.

Disponível em: <<http://www.janes.intraer/data/binder/jalw/jalw44/jalw3581.htm>>. Acesso em: 14 set. 2006.

JANE'S. **WEAPON SYSTEMS.** 9th ed. London: Macdonald and Jane's Publishers Limited, 1978.

MORO, R. O. **La guerra inaudita** Historia del Conflicto del Atlantico Sur. 11º edición. Buenos Aires: Edivérn S.R.L., 2003.

NORDEEN, L.O. **Air warfare in the missile age.** 2nd ed. Washington: Smithsonian Institute, 2002. ISBN 1-58834-083-X.

SANTOS, R. A. T. **Míssil Infravermelho: Operacionalidade Baseada em pesquisa Aplicada. Spectrum**, Brasília, n.08, p. 37-41, 2004.

SCHLEHER, D. C. **Electronic warfare in the information age.** Norwood: Artech house, 1999.

SHAW, R.L. **Fighter combat tactics and maneuvering.** Annapolis: Naval Institute Press, 1985.

UDEMI, J. F. Modified to Meet the Need British Aircraft in the Falklands. **Aerospace Power Journal**, Alabama, spring 1989. Disponível em: <<http://www.airpower.maxwell.af.mil/airchronicles/apj/apj89/udemi.htm>>. Acesso em: 31 ago. 2006.

