



**CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE FOGUETES - FORMOSA/GO**

**COMUNICAÇÕES ESTABELECIDAS COM A FAB ATRAVÉS DE “*DATALINK*” –  
LEVANTAMENTO DE DADOS E AVALIAÇÃO DE DANOS**

RODRIGO SOUZA LOPES DE ABREU

CLÁUDIO FERREIRA DE MORAES

DIEGO SANTOS DOS REIS

FORMOSA  
2014

RODRIGO SOUZA LOPES DE ABREU  
CLÁUDIO FERREIRA DE MORAES  
DIEGO SANTOS DOS REIS

**COMUNICAÇÕES ESTABELECIDAS COM A FAB ATRAVÉS DE “*DATALINK*” –  
LEVANTAMENTO DE DADOS E AVALIAÇÃO DE DANOS**

Trabalho aplicado à análise das possibilidades do emprego de “*datalink*” para a transmissão das informações de alvos adquiridas por meios de busca de alvos.

ORIENTADOR: MARCOS ANTONIO DE OLIVEIRA PEIXOTO

FORMOSA  
2014

Abreu, Rodrigo Souza Lopes de. Moraes, Cláudio Ferreira de. Reis, Diego Santos dos. Comunicações estabelecidas com a FAB através de “*datalink*” – levantamento de dados e avaliação de danos.

Abreu, Rodrigo Souza Lopes de. Moraes, Cláudio Ferreira de. Reis, Diego Santos dos. Formosa, Centro de Artilharia de Foguetes (CIArt), 2014  
31 f.

Orientador: Marcos Antônio de Oliveira Peixoto

Trabalho aplicado à análise das possibilidades do emprego de “*datalink*” para a transmissão das informações de alvos adquiridas por meios de busca de alvos.

RODRIGO SOUZA LOPES DE ABREU

CLÁUDIO FERREIRA DE MORAES

DIEGO SANTOS DOS REIS

**COMUNICAÇÕES ESTABELECIDAS COM A FAB ATRAVÉS DE “*DATALINK*” –  
LEVANTAMENTO DE DADOS E AVALIAÇÃO DE DANOS**

Trabalho aplicado à análise das possibilidades do emprego de “*datalink*” para a transmissão das informações de alvos adquiridas por meios de busca de alvos.

Aprovado em \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

MARCOS ANTONIO DE OLIVEIRA PEIXOTO - 1º Sgt  
Membro

---

RAPHAEL NÓBREGA DOS SANTOS – 1º Ten  
Membro

---

SEBASTIÃO ALECIO PINTO –Maj  
Presidente

Dedicamos este trabalho a Deus, às nossas famílias  
e a todos aqueles que gentilmente contribuíram  
em sua elaboração.

## AGRADECIMENTOS

A Deus nosso senhor que nos deu a capacidade e a disposição para desenvolvermos esta pesquisa. As nossas famílias, sempre um “porto seguro” onde encontramos descanso e encorajamento. Ao senhor Danilo Tebaldi Venturi pelas orientações práticas e elucidativas a respeito do funcionamento do sistema datalink. Apresentamos nosso sincero agradecimento a todos que colaboraram para a conclusão com êxito deste trabalho.

## RESUMO

O emprego da artilharia de mísseis e foguetes foi concebido para aumentar o poder do apoio de fogo prestado, aprofundar o combate e aliviar a sobrecarga de atribuições da Força Aérea Componente junto aos elementos de manobra apoiados. No entanto, dadas às suas potencialidades e vulnerabilidades, o emprego da artilharia de foguetes requer minuciosa análise dos alvos selecionados. Antes de serem engajados, os alvos selecionados têm suas informações adquiridas por uma variedade de meios de busca de alvos. Assim, a transmissão das informações adquiridas pelos meios de busca de alvos constitui-se condição essencial para o sucesso da missão de tiro.

Portanto, além da busca e análise dos alvos, reveste-se de fundamental importância a transmissão das informações obtidas entre o meio de busca de alvo e o centro que processará tais informações. No escopo de se avaliar a qualidade e a eficiência deste enlace o presente trabalho buscou verificar a operacionalidade do sistema Datalink. Não se trata apenas de uma mostra de dados e características técnicas de um equipamento, mas a constatação da viabilidade do seu emprego para o cumprimento das missões das baterias de foguetes.

**Palavras chave:** ENLACE, TELEMETRIA, DATALINK

## ABSTRACT

The Rocket Artillery employment was concept to increase the power of fire support, deepen the combat and relief the overcharge of The Component Air Force attributions to his supported maneuver's elements. However, considering his potentialities and vulnerable points, the Rocket Artillery employment requires a detailed analyze of the chosen targets. Before being engaged, the selected targets have their acquired information transmitted through a variety of target acquisition means. Thus, the acquired information transmission through the target acquisition means becomes an essential condition to the success of the firing mission.

Therefore, beyond the target analyze and acquisition, the acquired information's transmission, between the target acquisition mean and the analyze center, become fundamentally important. In order to evaluate the quality and efficiency of this enlace, the presented research tried to verify the Datalink System's operationally. It wasn't only a presentation of technical data and characteristic's equipment, but the conclusion viability of his employment, concerning the accomplishment of the rocket launcher batteries mission.

***Keywords:*** ENLACE, TELEMETRY, DATALINK



## **LISTA DE FIGURAS**

- Figura 1- Aeronave Remotamente Pilotada Falcão
- Figura 2- Transmissão de dados via datalink
- Figura 3- Gráfico de transmissão sem datalink
- Figura 4- Gráfico de transmissão com datalink
- Figura 5- Sistema AN/AVX-3 Fast Tactical Imagery (FTI)
- Figura 6- Rádio M3AR
- Figura 7- Aeronave R99
- Figura 8- Sensores da aeronave R99
- Figura 9- Imagens do Radar de Abertura Sintética
- Figura 10- Imagens dos sensores HSS (esquerda) e MSS (direita)

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1- Alcance dos foguetes do sistema ASTROS

Quadro 2- Classificação dos SARP no Exército Brasileiro

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
<b>1 A BUSCA DE ALVOS.....</b>	<b>10</b>
1.1 Os alvos da artilharia de foguetes.....	12
1.2 Controle de Danos.....	13
1.3 Análise de Alvos.....	14
<b>2 O QUE É DATALINK E POR QUE É TÃO SEGURO.....</b>	<b>16</b>
2.1 O emprego do datalink na Força Aérea.....	18
2.2 O Emprego do datalink para a transmissão de dados na Força Aérea Brasileira (FAB)..	20
2.3 As possibilidades do emprego do datalink.....	22
<b>3 PROPOSTA PARA EXERCÍCIOS FUTUROS.....</b>	<b>24</b>
<b>Considerações Finais.....</b>	<b>25</b>
<b>Referências Bibliográficas.....</b>	<b>27</b>

## INTRODUÇÃO

Uma vez que os sistemas de armas de um exército evoluem em poder de fogo e especificidade, revelam o ineditismo de uma sinergia integradora dantes não vista. Quando o contencioso bélico avança açambarcando áreas urbanas e populações civis, mostra as partes litigiosas a necessidade de se incluir no planejamento recursos que preservem vidas, lugares e idéias.

A necessidade em se preservar vidas e otimizar o emprego de meios nobres no combate moderno suscitou um acelerado desenvolvimento dos meios de busca de alvos. Neste contexto a aplicação dos SARP (Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas) tem se desenvolvido acelerada e apropriadamente. Em consonância com a Nota de Coordenação Doutrinária Nr 03/2012 – 3ª S Ch/EME, de 20 de dezembro de 2012, a implantação deste sistema deverá ser progressiva devido à sua complexidade e por não se tratar de um único sistema, mas de uma família de sistemas que deverá ser integrada entre si, à manobra da F Ter e seu Sistema de Comando e Controle.

O escopo deste estudo destina-se a analisar, particularmente, o subsistema empregado para a transmissão dos dados adquiridos por este meio de busca de alvos. É importante perceber que os sistemas que integram as Aeronaves Remotamente Controladas precisam evoluir considerando a segurança do enlace para a transmissão das informações dos alvos adquiridos.

Atualmente, está sendo desenvolvido o SARP Falcão, vetor que será empregado na busca de alvos. Segundo a empresa desenvolvedora do SARP, a AVIBRAS, o Falcão capta imagens do alvo e envia a um terminal de dados de telemetria e datalink, este, por sua vez, envia esses dados a uma estação de controle de solo, onde está o terminal de pilotagem e o de controle de sensores de missão. Os dados retornam para o radar do terminal de dados e telemetria que envia novamente para a aeronave.

O estudo a seguir apresentará por meio de revisão de literaturas e relatório de exercícios realizados, as possibilidades de emprego do “Datalink” como um recurso operacional e seguro na transmissão de dados obtidos por meio do Módulo de Comando e Controle do SARP empregado na busca de alvos.

## **1 A BUSCA DE ALVOS**

Segundo o Manual de Campanha C 6-121 – A Busca de Alvos na Artilharia de Campanha, a Busca de Alvos (BA) é parte das informações de combate que tem por fim a pronta detecção, identificação e localização precisa, em três dimensões, de um alvo, com detalhes suficientes para que seja eficazmente batido pelas armas. (BRASIL, 1978, p. 1-1).

O Manual de Campanha C 6-21 – Artilharia da Divisão de Exército afirma que a Busca de Alvos é parte da atividade de informações que envolvem a vigilância da área de operações, o reconhecimento, detecção, identificação e localização de alvos terrestres, bem como a avaliação de danos causados àqueles já batidos por fogos (BRASIL, 1994, p. 5-1).

O principal objetivo da busca de alvos na artilharia é possibilitar o desenvolvimento de fogos precisos e oportunos sobre alvos que dificultem ou comprometam a missão da força apoiada. A busca de alvos envolve três atividades básicas: detecção, identificação e localização. Pela detecção, determina-se a existência de um alvo. Pela identificação, conhece-se a sua natureza, composição e dimensões. A localização consiste na determinação de coordenadas tridimensionais referidas a pontos conhecidos ou à posição dos meios de apoio de fogo. A localização de alvos requer maior precisão do que os demais conhecimentos de inteligência produzidos em operações (BRASIL, 1997, p. 6-3).

Os dados sobre alvos devem ser suficientemente minuciosos, a fim de permitir uma adequada avaliação da importância dos mesmos em relação à missão da força, bem como a determinação da oportunidade do ataque e do meio de apoio de fogo mais adequado a ser

usado (BRASIL, 1997, p. 6-3). O relatório do exercício no terreno Operação Laçador - 2013 (BRASIL, 2013, p. 4), reportou que a falta de alvos levantados, antes do início do combate, gerou grande dificuldade para o correto uso do apoio de fogo. No relatório daquele exercício as “oportunidades de melhoria” apontaram que o uso de ARP em prol dos escalões DE/FTC são desejáveis e primordiais para o levantamento com oportunidade de alvos de interesse.

O Brasil não possui radares de busca de alvos terrestres. Assim, os SARP são os meios, atualmente em desenvolvimento, disponíveis para a busca e análise de alvos. Segundo a empresa desenvolvedora do SARP Falcão, a AVIBRAS, numa primeira fase a família deste sistema será composta por veículos aéreos de médio e longo alcance, com tempo de voo de até 15 horas, e alcances de 150 km com visada direta. Em uma segunda fase, voando a uma altitude média de cerca de 15000 pés, com alcance de 500 km e tempo de voo de 25 horas, poderá transportar uma carga útil de até 500 kg.



Figura 1- Aeronave Remotamente Pilotada Falcão

Fonte: <http://www.aereo.jor.br>

### **1.1 Os alvos da artilharia de foguetes**

O Anteprojeto do Manual de Campanha C 6-26 (O Grupo de Lançadores Múltiplos de Foguetes) enuncia que a maioria dos alvos compensadores sobre os quais os lançadores de foguetes serão empregados estão localizadas nas áreas de retaguarda das grandes unidades e dos grandes comandos do inimigo, quaisquer que sejam as situações táticas existentes. Para realizar a busca e a aquisição desses alvos o GLMF necessita empregar meios de vigilância voltados para o monitoramento da zona de ação, meios de reconhecimento nas áreas de interesse da força apoiada e receber as informações oriundas do sistema operacional inteligência, particularmente por meio dos órgãos de coordenação de apoio de fogo (BRASIL, 1997, p. 6-3).

De acordo com a AVIBRAS (2011), o Falcão é um SARP em potencial para ser empregado por seus clientes do Sistema ASTROS, tendo em vista que as correções dos lançamentos dos foguetes desse sistema ainda são feitos com observação humana ou o rastreamento de sua Unidade Controladora de Fogo (AV-UCF). Segundo AVIBRAS (2009), o Falcão capta imagens do alvo e envia a um terminal de dados de telemetria e datalink, este, por sua vez, envia esses dados a uma estação de controle de solo, onde está o terminal de pilotagem e o de controle de sensores de missão. Os dados retornam para o radar do terminal de dados e telemetria que envia novamente para a aeronave.

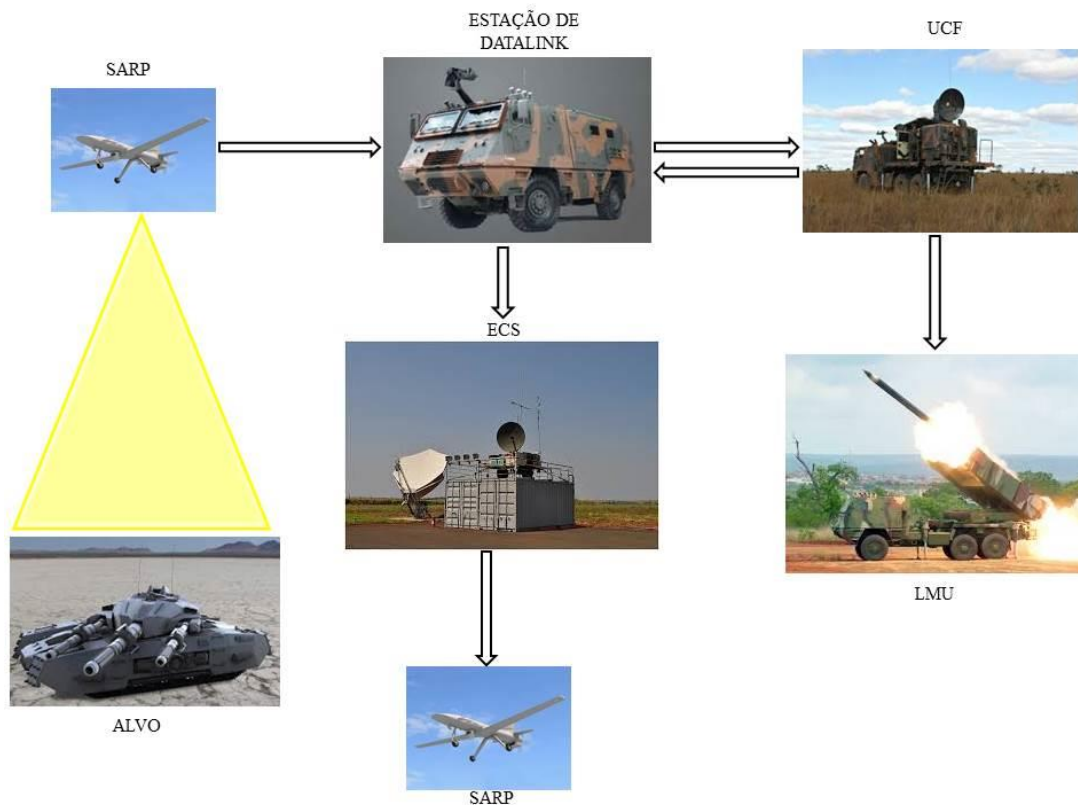


Figura 2- Transmissão de dados via datalink

No tocante aos alvos mais compensadores para serem engajados pela artilharia de foguetes o supracitado Manual lista-os na seguinte ordem: artilharia inimiga, concentração de tropa, blindados, postos de comando e instalações logísticas, zonas de reunião inicial e final de material de engenharia, aeródromos, zonas de pouso de helicóptero, terminais de transporte, depósitos de combustível, complexos industriais entre outros reputados como compensadores.

## 1.2 Controle de Danos

De acordo com o Manual C6-21, Artilharia da Divisão de Exército (BRASIL, 1994, p. 5-9), a avaliação tática dos danos é um exame da área do alvo para aquilatar os efeitos de um ataque. A avaliação é realizada para verificar a possibilidade de execução do plano tático ou se há necessidade de fogos adicionais serem desencadeados. A avaliação dos danos será procedida pelos meios de observação disponíveis para o cumprimento da tarefa.



Dentro desta realidade e contextualizado com o projeto da ARP Falcão em desenvolvimento, este vetor aéreo poderá operar conjuntamente com o sistema ASTROS, atuando como meio de busca de alvos e também para obter imagens de alvos batidos pelos foguetes do Sistema ASTROS. Uma vez que a ARP esteja munida dos meios necessários para a busca dos alvos, pode também ser experimentada para capturar as imagens de uma área saturada por foguetes.

Embora ainda não tenham sido realizados exercícios cujo escopo seja a avaliação tática dos danos causados por uma saturação de área, o relatório do teste realizado com a aeronave R99 (BRASIL, 2008, p. 3-4) revela a necessidade de serem realizados outros exercícios com a finalidade de se verificar a operacionalidade do sensoriamento remoto na obtenção de imagens que, após terem sido analisadas, produzam respostas conclusivas quanto à avaliação de danos.

### **1.3 Análise de Alvos**

A análise dos alvos é o exame de alvos em potencial, compensadores ao emprego do Sistema, para que seja determinada a precedência de ataque atribuída a cada alvo, a munição mais adequada para atacar o alvo com maior eficácia e o método de ataque mais conveniente (BRASIL, 1997, p. 6-3). Direcionado por esse conceito serão apresentadas algumas considerações acerca da análise dos alvos apropriadamente engajados pela artilharia de foguetes.

Conceitualmente os alvos da artilharia de foguetes serão buscados dentro do alcance dos foguetes empregados para destruir ou neutraliza-los. O alcance dos foguetes utilizados atualmente pelo Sistema ASTROS é conforme a tabela abaixo:

CONDIÇÕES E ALTITUDES	Atitudes (m)	LIMITES DOS ALCANCES (km)					
		FOGUETES					
		SS-30		SS-40		SS-60	
CONDIÇÕES NOMINAIS * Condições nominais: Brasília Campo de Instrução de Formosa, (Terreno do Exército Brasileiro) Atmosfera padrão (Alt = 1000m).	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	
	1000	10.2	46.8	14.4	40.0	23.6	80.8
CONDIÇÕES EQUATORIAIS A + 65°C	0	11.2	38.7	16.2	33.2	21.5	69.3
	1000	11.5	44.7	17.2	37.8	22.3	77.5
	3000	12.3	59.1	18.8	49.4	24.7	94.2
CONDIÇÕES TROPICAIS PADRÃO LAT 24° A + 26°C	0	10.1	38.6	15.5	33.0	20.6	69.9
	1000	10.4	46.0	16.4	38.8	21.6	79.3
	3000	11.1	63.3	18.4	52.7	23.8	98.3
CONDIÇÕES DE CÍRCULO POLAR LAT 66° A -35°C	0	8.3	40.4	14.3	33.7	19.3	77.4

Quadro 1- Alcance dos foguetes do Sistema ASTROS

Fonte: Anteprojeto do Manual C6-26 – O GLMF

Portanto, a busca e análise de alvos devem ser realizadas dentro das distâncias de emprego dos foguetes. Em consonância com a Nota de Coordenação Doutrinária Nr 03/2012 – 3ª S Ch/EME, de 20 de dezembro de 2012, verifica-se que a classificação das ARP dentro do alcance recoberto pelos foguetes empregados pela artilharia brasileira é a seguinte:

Nível	Classe	Cat	Escalão(ões) e Níveis de Emprego Típico	Alcance de Trans	Altura de média de trabalho	Raio de ação	Missões Típicas
Tático	I	Micro	Pequenas Fr, DOFEsp	< 150 m	< =30 m	50 m	Contrateror, GLO, Rec de áreas confinadas.
		0 <sup>3</sup>	Cia/Esqd <sup>4</sup>	10 Km	<= 900 m	9 Km	Rec, Vig, ILDA, GE, DLPDS, DRC <sup>5</sup> , QBNR, DD.
	1	BiaBA/Btl/Rgt /Esqd <sup>6</sup>	20 Km	<= 1500 m	18 Km		
	II	2	Cia <sup>7</sup> /Bda/Btl <sup>8</sup> /Rgt <sup>9</sup>	>=54 Km	<= 3000 m	48 Km	
3		GBA/DE <sup>10</sup> /FTC	>150 Km <sup>11</sup>	<= 5000 m	150 Km		
Op	III	4	FTC/TO	Ilimitado (via satélite)	<= 9 Km	Ilimitado	
Estrt		5	Etta Mi D	Ilimitado (via satélite)	> 10 Km	Ilimitado	Rec, Vig, ILDA, GE, DLPDS, DRC, QBNR, DD, SA.

Qu

adro 2- Classificação dos SARP no Exército Brasileiro

Fonte: Nota de Coordenação Doutrinária Nr 013/2012 – 3ª S Ch EME

Verifica-se que as ARP concebidas para o cumprimento das missões de busca de alvos enquadram-se nas classes II e III e nas categoria 3 e 4. O alcance para as transmissões dos dados pode ser superior a 150 quilômetros e o enlace estabelecido por satélite ou utilizando repetidoras. Segundo o relatório de exercício realizado pelo Centro de Instrução de Artilharia de Foguetes e a Força Aérea Brasileira (BRASIL, 2008, p. 3-4), é possível obter imagens precisas produzidas pelos subsistemas da aeronave R99 da FAB, analisadas ou não, em apoio à análise de alvos e a decisão quanto ao melhor método de ataque a um alvo da artilharia de foguetes. O radar de visada lateral com abertura sintética produz imagens às distâncias superiores a 100 quilômetros, podendo dessa forma monitorar alvos que se encontram dentro do alcance do GLMF.

O exercício revelou uma série de possibilidades no emprego do radar e sensores da aeronave no apoio à busca e análise de alvos. A fim de que o GLMF defina o método de ataque apropriado é necessário que as imagens obtidas estejam processadas, a fim de fornecerem elementos básicos para a análise de alvos. A análise de imagens processadas a partir dos sensores componentes do subsistema carga paga (payload) das ARP requer a perícia de analistas com experiência atuando junto ao centro receptor das imagens em solo.

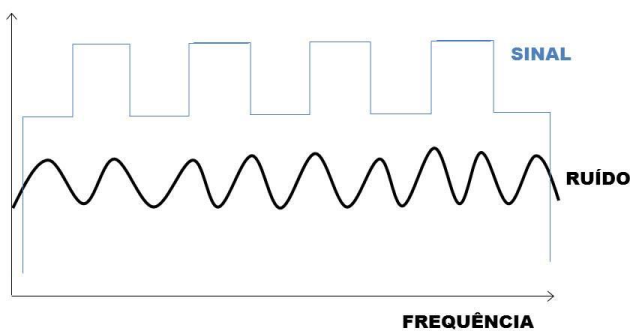
## **2 O QUE É DATALINK E POR QUE É TÃO SEGURO**

Por meio da contribuição de Venturi (2014), entendemos que datalink não um aparelho. Não se trata de um equipamento que possui hardware e software. Datalink é um meio de transmissão do sinal. Ele é um meio que transmite uma onda eletromagnética de um transmissor, através do ar, até um receptor.

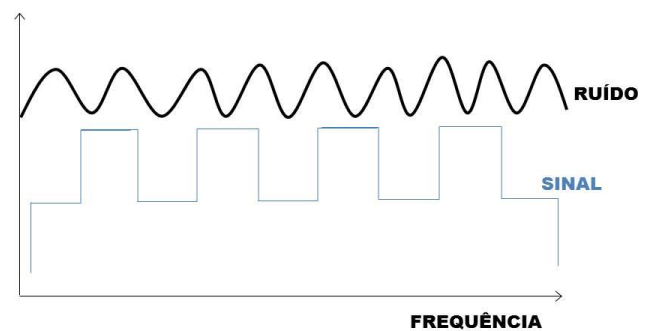
Para entender porque ele é tão seguro é preciso entender um pouco acerca de “Espalhamento Espectral”, que é uma técnica de modulação de sinal desenvolvida na 2ª Guerra Mundial, para melhorar a confiabilidade e segurança da informação transmitida.

Descrevendo sumariamente o funcionamento do Espalhamento Espectral, a técnica funciona da seguinte maneira: Um usuário deseja transmitir o sinal/informação em formato de uma onda eletromagnética. A fim de que esse sinal não seja captado por quem não é devido, multiplica-se esse sinal por um código que só o usuário conhece. Então se usa a técnica de modulação por Espalhamento Espectral para espalhar o sinal numa frequência. O sinal ficará imerso e criptografado num ruído (o ruído funciona como um tipo de poluição). Como o sinal fica “espalhado” imerso no ruído, os outros usuários que desconhecem o código não conseguem identificar o que é sinal e o que é ruído, e por isso não conseguem decifrar o sinal.

Dessa forma, por mais que a transmissão seja interceptada por um usuário não autorizado, ele não conseguirá entender a informação transmitida visto que ela se encontra multiplicada por esse código. A informação, de forma grosseira, encontra-se misturada com outro sinal (ruído). Na recepção o usuário procede de maneira inversa. “Junta-se” o sinal (demodulação), e multiplica-o novamente pelo código que os usuários autorizados possuem. Assim, tem-se o sinal original novamente íntegro nos receptores dos assinantes da rede.



**TRANSMISSÃO SEM DATALINK**



**TRANSMISSÃO COM DATALINK**

Foto 3- Gráfico de transmissão sem datalink

Foto 4- Gráfico de transmissão com datalink

## 2.1 O emprego do datalink na Força Aérea

Castro (2003) afirma que a defesa aérea Russa usa datalink nos seus interceptadores desde a década de 50. O primeiro, a estação terrestre Vosdud-1, que direcionava os parâmetros de interceptação e transmitia para um avião caça Su-9, equipado com o datalink Lazur. Esta ocorrência data de 1958, pouco depois os datalinks foram instalados em aeronaves Su-15TM. O datalink Lazur opera em VHF, com via dupla, funcionando com ligação em linha de visada e é usado para guiagem automática recebendo dados e informações necessárias da estação em terra Vozdukh.

Posteriormente, outros aviões de caça como os MiG-21PF/PFM foram equipados com o Lazur em 1964. O MiG-23P Flogger-G também recebeu o datalink para ser usado como interceptador controlado do solo. O MiG-23MF usa o Lazur-SMA, uma versão melhorada do Lazur-1 de primeira geração. Os caças recebem comandos de altitude e direção, seleção de armas e acionamento do pós-combustor. As informações são mostradas abaixo do HUD (Head Up Display) dos pilotos, ou diretamente no HUD no caso do MiG-23MLA/MLD.

As informações de alvos são mostradas no HUD, no radar e em instrumentos no cockpit das aeronaves. As informações são mostradas com 54 símbolos ou diretivas como “vá para”, “terminar interceptação”, “mudar de alvo”, potência do motor, aspecto de interceptação, altitude de interceptação, curso de interceptação, velocidade, comando de virada, “ligar mísseis”, prioridade de alvo, elevação do alvo, direção do alvo, velocidade do alvo, distância do alvo, ângulo do alvo, “g” do alvo entre outras informações.

O sistema AN/AVX-3 Fast Tactical Imagery (FTI) usado pelo F-14 transmite imagem de qualquer tela da cabine com coordenadas do alvo do F-14 para todos as outras aeronaves da formação e entre F-14 e a estação controladora em solo. O sistema pesa 11 kg e foi testado em Kosovo. Atuando como uma estação retransmissora no ar, pode usar outro F-14 para

transmitir além da linha de visada. Os dados podem ser usados para fazer pontaria de bombas guiadas por GPS (Global Positioning System). O casulo de reconhecimento, parte integrante do sistema, tem datalink embutido para enviar imagens para estação em terra. O datalink foi instalado no espaço do scanner linear IR. O F-14 também está equipado com o datalink de via dupla AN/ASW-27 compatível com Link 4 para trocar dados com outras aeronaves e embarcações. Também permite operar em conjunto com o F-15 da Força Aérea Norte Americana. Na Operação Enduring Freedom no Afeganistão, os F-14 já estavam equipados com o Link -16.



Foto 5- Sistema AN/AVX-3 Fast Tactical Imagery (FTI)

Fonte: <http://sistemasdearmas.com.br/ge/dtl8outros.html>

O rádio modular controlado por software M3AR pesa menos de 4 kg e pode aceitar os modos de contra-contra-medidas HaveQuick (americano/OTAN), SATURN (britânico), SECOS (escolhido pela FAB) e UHF DAMA para comunicação de satélites, além de VHF de datalink de tráfego aéreo (25/8.3kHz) e VHF AM e FM apenas com instalação de software.



Foto 6- Rádio M3AR

Fonte: <http://sistemasdearmas.com.br/ge/dtl9fab.html>

## 2.2 O Emprego do *datalink* para a transmissão de dados na Força Aérea Brasileira (FAB)

O uso de *datalink* na FAB teve início com o projeto para instalar um sistema no ALX (A-29A/B) – Super Tucano – para se comunicar com o R-99 em 1998. O hardware de origem alemã tem software desenvolvido no Brasil, como o sistema de Comando e Controle da R-99. Trata-se da parte em operação, mas de forma global o SISCENDA (Sistema de Comunicações por Enlaces Digitais da Aeronáutica) ainda está em fase de desenvolvimento.

Castro (2003) afirma que o SISCENDA utilizará dois tipos básicos de enlaces: o ponto-a-ponto, para as comunicações entre dois participantes (basicamente ar-solo); e o enlace em rede TDMA (Time Division Multiple Access), para as comunicações entre vários participantes, principalmente em vôo. Ambos, empregando uma técnica de salto de frequência, controlada por um algoritmo de criptografia, que garante que as comunicações ocorram, praticamente, imunes a interferências e a interceptações.

O EMB-145 MULTI INTEL ou R-99, fabricado pela Embraer e anteriormente designado respectivamente EMB-145 RS/AGS ou R-99B, é uma aeronave de sensoriamento remoto, capaz de realizar o imageamento cartográfico em altíssima resolução de objetivos no solo, a grande altitude, havendo ou não densa cobertura natural (copa de árvores, nuvens, lâmina d'água, entre outras) por meio de sofisticados sensores que cobrem as variadas faixas

do espectro eletromagnético. Este sensoriamento remoto é, atualmente, aplicado no contexto dos SIVAM e SIPAM (Sistemas de Vigilância e Proteção da Amazônia).



Foto 7 - Aeronave R99

Fonte: [www.desastresaereos.net](http://www.desastresaereos.net)

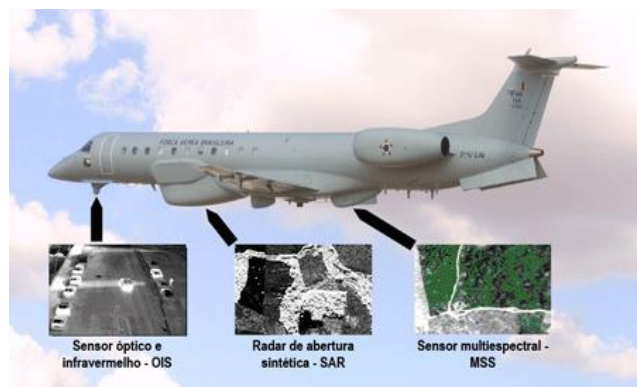


Foto 8 – Sensores da aeronave R99

Fonte: [www.sipam.gov.br](http://www.sipam.gov.br)

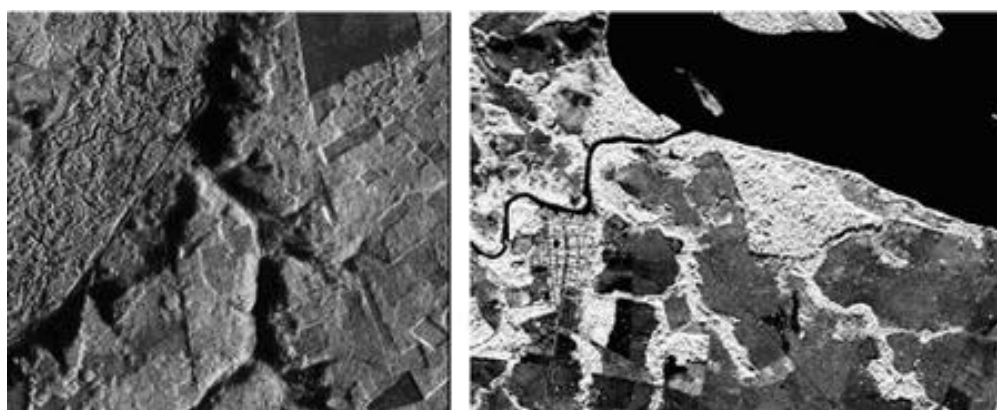


Figura 9- Imagens do Radar de Abertura Sintética (SAR)

Disponível em: <http://www.sipam.gov.br/assuntos/sensoriamento-remoto>

O sensoriamento remoto operado por um dos sistemas da aeronave R-99 é empregado essencialmente para a transmissão das imagens capturadas em vôo para um centro de operações em terra, apto a decodificar e analisar os dados transmitidos.

O datalink é uma ferramenta que compõe um subsistema, dos vários que integram a aeronave na tarefa do sensoriamento remoto, e destaca-se pela segurança do enlace das transmissões. A segurança reside não somente na característica técnica de transmissão de



dados em tempo real e instantânea entre todos os assinantes de uma rede, mas também sem a necessidade de comunicação via voz.

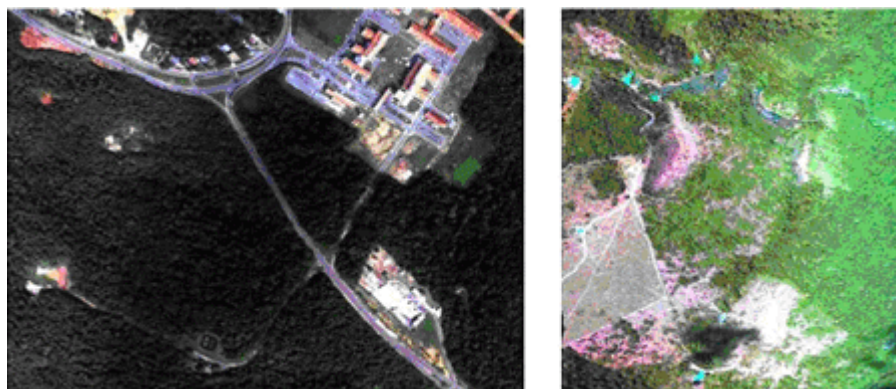


Figura  
10-

Imagens dos sensores HSS (esquerda) e MSS (direita)

Disponível em: <http://www.sipam.gov.br/assuntos/sensoriamento-remoto>

### 2.3 As possibilidades do emprego do datalink

Segundo o relatório do exercício realizado pelo Centro de Instrução de Artilharia de Foguetes e a Força Aérea Brasileira (BRASIL, 2008, p. 9), a transmissão de dados por meio de datalink permite o cumprimento de missões de tiro praticamente sem que haja transmissões de voz via rádio.

Segundo Bernabeum (2012), um dos gerentes do projeto Link BR2 (projeto de instalação dos datalink em aeronaves da FAB), é possível a transmissão de imagens óticas ou de outros tipos de sensores, além de texto. Uma aeronave pode enviar a imagem de um alvo para outra aeronave ou para um centro de comando e controle, a fim de verificar sua correta identificação e engajamento. Um comandante poderá acompanhar visualmente o desenrolar de uma operação.

Além disso, ainda segundo contribuição do sobredito autor, apesar da análise da efetividade do desencadeamento de tiros, em solo, utilizando o datalink não fazer parte do escopo do projeto Link BR2, o gerente do projeto afirma ser possível realizar o guiamento de mísseis a partir de alvos captados por sensores de outras aeronaves e transmitidos via datalink.

De acordo com as informações da página institucional do SIVAM, o sensoriamento remoto é uma das ferramentas mais utilizadas para o monitoramento da superfície terrestre e é o meio mais efetivo de coletar dados, extrair informações e desenvolver conhecimentos sobre o meio ambiente global. Os quatro sensores componentes das aeronaves R99-B e R95-B operam nas faixas de micro-ondas, visível e infravermelho (radar de abertura sintética – SAR, sensor hiperespectral – HSS, sensor multiespectral – MSS e sensor infravermelho – OIS).

Ainda de acordo com informações do SIVAM, as imagens produzidas, particularmente pelos sensores HSS e o MSS complementam os dados do radar e diferem de grande parte dos sensores multiespectrais e hiperespectrais existentes por unir características de alta resolução espectral e espacial. Em outras palavras, por possuírem um grande número de bandas (50 e 31 bandas, respectivamente) e uma resolução espacial que pode chegar a menos de 2 metros, esses sensores permitem a obtenção de informações detalhadas da superfície e oferecem uma alternativa rápida e eficiente de obtenção de informações estratégicas para o monitoramento da Amazônia Legal quando comparada aos processos tradicionais.

O Infravermelho – OIS é um sensor imageador para obtenção de dados em tempo real. É dotado de duas câmeras de TV em cores para uso diurno e uma câmara infravermelho para uso diurno e noturno, todas com grande alcance, permitindo a identificação, monitoramento e rastreamento de alvos a grandes distâncias. Em função de suas características, esse sensor é próprio para apoiar operações de natureza crítica, tais como busca e salvamento, ações policiais, combate a incêndios florestais, entre outros. Dentre suas muitas e valiosas funções especiais, o OIS é capaz de determinar a distância entre a aeronave e a cena da imagem, bem como determinar as coordenadas geográficas e a elevação do terreno onde se localiza o alvo de interesse.

Dessa forma, o emprego desse conjunto de sensores compondo um módulo ARP na intensão de buscar e avaliar alvos pode constituir-se como uma poderosa ferramenta. Ainda

com a contribuição do SIPAM, verifica-se que esses sensores podem ser usados a qualquer momento para o imageamento de áreas de interesse dos diversos órgãos das esferas federal, estadual e municipal, quer seja em caráter estratégico ou tático. Por todas as informações verificadas neste estudo o datalink parece ser o recurso mais apropriado à transmissão rápida e segura das informações dos alvos terrestres superficiais tão minuciosamente obtidos.

### **3 PROPOSTA PARA AVALIAÇÕES FUTURAS**

O teste realizado com a aeronave R99, no exercício realizado com o apoio da FAB em 2008, foi o predecessor de outros importantes exercícios experimentais para a captação de imagens de alvos e transmissão via datalink para uma estação em solo.

O presente trabalho buscou obter informações a respeito da qualidade das transmissões por meio de datalink, das imagens captadas por ARP e enviadas a um centro capaz de analisá-las em solo. Já foi realizado um exercício que evidenciou a necessidade de novas experimentações visando aprofundar esta linha de pesquisa - o tráfego de imagens via datalink - particularmente enquanto parte constituinte de um dos subsistemas de uma ARP como meio de busca de alvos.

Assim segundo as lacunas ainda existentes tomando por base as literaturas adotadas como referência para este trabalho, parece pertinente propor exercícios futuros contemplando:

**3.1 ANÁLISE DE ALVOS:** Sobrevoos de ARP, cujas classe e categoria estejam enquadradas nas necessidades da busca de alvos típicos da artilharia de foguetes brasileira (autonomia da aeronave, altitude de navegação, carga paga em peso e dimensões aferidas), realizando a captação de imagens de alvos diversos. Os alvos típicos devem estar dispostos segundo as condições de camuflagem e desenfiamento compatíveis com a realidade do emprego real em combate.

3.2 AVALIAÇÃO DOS DANOS: Sobrevoos de ARP, cuja classe e categoria estejam enquadradas nas necessidades da busca de alvos típicos da artilharia de foguetes brasileira, realizando a captura de imagens de áreas saturadas por rajada de foguetes. Após a análise das imagens produzidas, estas devem possibilitar a avaliação tática dos danos provocados pelo efeito das munições empregadas.

3.3 QUALIDADE DAS TRANSMISSÕES VIA DATALINK: Verificação da integridade e segurança do enlace das transmissões via datalink. O emprego dos sistemas de Guerra Eletrônica visando avaliar não somente a segurança do sinal transmitido, mas também a velocidade e qualidade na recepção dos sinais recebidos pelas estações em solo.

3.4 QUALIDADE DAS TRANSMISSÕES VIA DATALINK: Verificação da compatibilidade das transmissões via datalink com os equipamentos rádio que aparelham as viaturas do Sistema ASTROS. O exercício poderá evidenciar a segurança, integridade e velocidade da transmissão de dados diretamente para os veículos do Sistema ASTROS aparelhados com equipamento datalink.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O presente trabalho buscou avaliar as possibilidades do emprego do sistema datalink na transmissão das imagens de alvos obtidos por Aeronave Remotamente Pilotada (ARP), no contexto da busca de alvos e avaliação de danos para o GLMF. O trabalho procurou verificar a viabilidade de se utilizar um consagrado sistema de transmissão de dados empregado na aviação de caça, o datalink, para realizar o enlace entre ARP e a unidade controladora em solo.

Da análise dos artigos e relatórios elaborados versando sobre o uso de datalink na aviação, verifica-se que apesar de ser um sistema concebido em meados da 2ª Guerra Mundial, não deixou de possuir um concepção genial e apropriada para o tráfego de informações com rapidez e sigilo. Os relatórios produzidos, versando sobre o emprego do sistema datalink, reportaram uma ferramenta a frente do seu tempo, capaz de transmitir um grande fluxo de imagens imunes a interferência e captura.

Os sensores e radar da aeronave R-99 produzem informações precisas e com grande riqueza de detalhes de alvos terrestres. Futuramente, tais componentes poderão integrar a carga paga embarcada em um módulo ARP. Dessa forma, cresce de importância não mais a captura das imagens dos alvos, mas particularmente a segurança e velocidade em que tais informações serão transmitidas para um centro de análise em solo.

Assim, por tudo o que se verificou o sistema datalink parece ser extremamente apropriado na transmissão de informações dos alvos obtidos pelos meios de busca de alvos. Restará para futuras experimentações verificar a compatibilidade deste sistema com os equipamentos rádio atualmente utilizados nas viaturas do Sistema ASTROS 2020, como o Rádio Harris. O projeto da ARP Falcão já prevê a transmissão de dados por datalink, a medida que o sistema estiver operacional, novas verificações deverão ser procedidas para se avaliar a qualidade deste enlace na busca de alvos e avaliação de danos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, Max Leitão. JÚNIOR, Cecílio Pinheiro. RODRIGUES, Eduardo Caldeira de Faria. **Utilização do Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) na Busca de Alvos no Sistema ASTROS II**. Formosa. 6º GLMF/CIF, 2011. Trabalho de Conclusão de Curso.

BRASIL. Estado-Maior do Exército. **C 6-1**: Emprego da artilharia de campanha. 3. ed. Brasília: EGGCF, 1997.

BRASIL. Estado-Maior do Exército. **C 6-21**: A Artilharia da Divisão de Exército. 1. ed. Brasília: EGGCF, 1994.

BRASIL. Estado-Maior do Exército. **C 6-21**: A Artilharia da Divisão de Exército. 1. ed. Brasília: EGGCF, 1994.

BRASIL. Estado-Maior do Exército. **C 6-121**: A busca de alvos na artilharia de campanha. 1. ed. Brasília: EGGCF, 1978.

BRASIL. 6º Grupo de Lançadores Múltiplos de Foguetes e Campo de Instrução de Formosa. **C 6-26**: O GLMF – Anteprojeto.

BERNABEU, Francisco Guirado. **Força Aérea Brasileira terá sistema nacional de datalink para comunicação entre aeronaves**. Disponível em: <<http://www.cavok.com.br/blog/?p=58867>> 2012. Acesso em: 1 de julho de 2014, às 21:57:10.

CASTRO, Fábio. SISCENDA. **Sistema de Armas**. Disponível em: <<http://sistemasdearmas.com.br/ge/dtl9fab.html>> 2003. Acessado em: 1 de julho de 2014, às 19:03:45.

DEPARTMENT OF ARMY. **FM 6-121** – Tactics, Techniques and Procedures for Field Artillery Target Acquisition. 25 de setembro de 1990. Disponível em: <<http://www.globalsecurity.org/military/library/policy/army/fm/6-121/index.html>>. Acesso em: 07 de julho de 2014.

DUTRA, Daniel Â D. MOURA, Gustavo A C. JESUS, Jocimar S. **Utilização do Veículo Aéreo Não Tripulado (Vant) na Busca de Alvos no Sistema Astros II**. Formosa, 2011. 36 p. Trabalho de Conclusão de Estágio de Artilharia de Foguetes – 6º Grupo de Lançadores Múltiplos de Foguetes e Campo de Instrução de Formosa.

\_\_\_\_\_. AVIBRAS Aeroespacial. **Sistemas VANT AVIBRÁS**. São José dos Campos, 2009.

\_\_\_\_\_. AVIBRAS Aeroespacial. **Relatório Gerencial da Situação do Programa RT 030-DENS/12. Sistema VANT Falcão**. São José dos Campos, 2011.

\_\_\_\_\_. CENSIPAM. **O Sensoreamento Remoto. Disponível em:** <<http://www.sipam.gov.br/assuntos/sensoriamento-remoto>> 2014. Acesso em: 1 de julho de 2014, às 21:57:10.

\_\_\_\_\_. Centro de Doutrina do Exército. **Nota de Coordenação Doutrinária N° 03/2012 – 3ª S Ch/EME, de 20 de dezembro de 2012.**

\_\_\_\_\_. Diário Oficial da União número 112 – Seção 1. **Portaria Normativa N° 606/MD, de 11 de junho de 2004.** Brasília, 14 de junho de 2004.

\_\_\_\_\_. Diário Oficial da União número 127 - Seção 1, pág. 10 e 11. **Portaria Normativa N° 1.983, de 3 de julho de 2013.** Brasília, 03 de julho de 2013.

\_\_\_\_\_. Ministério da Defesa. 6° Grupo de Lançadores Múltiplos de Foguetes e Campo de Instrução de Formosa. **Nota de Aula de Técnica de Tiro da Artilharia de Foguetes.** 6. ed., 2012.

\_\_\_\_\_. Ministério da Defesa. 6° Grupo de Lançadores Múltiplos de Foguetes e Campo de Instrução de Formosa. **Relatório de Exercício com a FAB.** Formosa, 28 de julho de 2008. ).

\_\_\_\_\_. Ministério da Defesa. Artilharia da 6° Divisão de Exército. **Relatório da Operação Laçador 2013.** Cacequi, 16 de setembro de 2013.

PEREIRA, Ademir Rodrigues. **Controladores robustos com interpolação de ganhos via lógica difusa - Aplicação em Veículos Autônomos Não Tripulados.** Rio de Janeiro, 2001 (Monografia).

VENTURI, Danilo Tebaldi. **O funcionamento do Datalink e o Espalhamento Espectral.** Resposta a questionário de pesquisa. Rio de Janeiro, 14 de julho de 2014.