



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA  
DIVISÃO DE ENSINO  
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 3º/2024

JORGE ALLAN GOMES DE OLIVEIRA, Cap Esp Com

**Sistematização da configuração das comunicações seguras:** uma necessidade para o desenvolvimento da doutrina de emprego do *Link* BR-1

Rio de Janeiro

2024

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA  
DIVISÃO DE ENSINO  
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 3º/2024

JORGE ALLAN GOMES DE OLIVEIRA, Cap Esp Com

**Sistematização da configuração das comunicações seguras:** uma necessidade para o desenvolvimento da doutrina de emprego do *Link* BR-1

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica como requisito parcial para aprovação no Curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Liderança com Ênfase em Gestão no COMAER.

Linha de Pesquisa: Emprego da Força Aérea

Orientador: Eduardo Mendes Marcondes, Maj Av

Rio de Janeiro

2024

JORGE ALLAN GOMES DE OLIVEIRA, Cap Esp Com

**Sistematização da configuração das comunicações seguras:** uma necessidade para o desenvolvimento da doutrina de emprego do *Link* BR-1

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica.

Aprovado por:

---

Presidente, Márcio Henrique Teixeira de Souza, Ten Cel Av - EAOAR

---

Eduardo Mendes Marcondes, Maj Av - EAOAR

Rio de Janeiro

2024

## RESUMO

O sistema de comunicação segura empregado pela FAB (*Link* BR-1) é essencial para o sucesso do COMAE em suas missões de garantia da soberania do espaço aéreo brasileiro. Atualmente, as configurações do sistema, no tocante à seleção de frequência para sua operação, é realizada de forma manual por um operador, o que acarreta em aumento de tempo e pode gerar erros que podem levar a uma interferência na comunicação. Tendo em vista que a pronta resposta e evitar possíveis erros é importante quando se trata de Defesa Aérea, defende-se que a sistematização para a seleção de frequências no *Link* BR-1 operando em modo COMSEC desenvolverá a doutrina de emprego das comunicações seguras na FAB. Para tanto, argumenta-se que a sistematização trará agilidade no processo de configuração, etapa importante da doutrina de emprego das comunicações seguras, impactando positivamente na pronta resposta da FAB quando necessitar alterar as configurações do sistema e, também, evitará uma possível interferência amiga (bloqueio de ponto) na comunicação. A sistematização poderá proporcionar benefícios ao Ministério da Defesa, pois em um cenário de guerra moderna em que meios com tecnologia avançada são empregados, como por exemplo Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP) e bombas guiadas a laser, além da presença de um ambiente eletromagnético hostil, ter agilidade nos processos e minimizar erros durante um planejamento são fundamentais. Tudo isso impacta significativamente na pronta resposta das Forças Armadas, deixando o Brasil em destaque perante seus países vizinhos.

**Palavras-chave:** sistematização; comunicação segura; *link* BR-1; defesa aérea.

## 1 INTRODUÇÃO

A configuração e o emprego das comunicações seguras é uma atividade complexa gerenciada pelo Comando de Operações Aeroespaciais (COMAE). O COMAE mantém em operação, com apoio do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), uma infraestrutura de solo e, também, outra embarcada nas aeronaves. Toda essa infraestrutura possibilita a comunicação via rádio V/UHF entre aeronaves e entre essas e os Centros de Operações Militares (COpM) e integram o Sistema de Comunicações por Enlace Digitais da Aeronáutica (SISCENDA).

O SISCENDA tem como órgão central o COMAE que possui como uma de suas principais atividades o planejamento e o emprego dos meios de Força Aérea em um Teatro de Operações (TO), destacando-se nesse contexto o uso das comunicações seguras que utilizam a criptografia e o salto em frequência, conhecida como *Link* BR-1.

Para o emprego do *Link* BR-1 é fundamental que tanto os rádios das aeronaves quanto os da infraestrutura de solo sejam configurados com um mesmo conjunto de dados (*DataSet*) para que haja interoperabilidade entre as comunicações e seja garantida a comunicação segura.

Nesse contexto, o COMAE, por meio do Centro Conjunto de Operações Aéreas (CCOA), realiza a montagem do *DataSet* que possui diversos parâmetros, dentre eles o de seleção de frequências para operação do sistema em modo de comunicação segura (COMSEC) que utiliza uma frequência fixa e uma criptografia associada.

Destarte, o manual do fabricante informa quais são os parâmetros configuráveis, porém não existe uma sistematização do processo de seleção de frequência, sendo assim exige um trabalho manual e não padronizado, enfraquecendo a doutrina de emprego das comunicações seguras na FAB.

Ademais, como as configurações são feitas de forma manual e não sistematizada, podem ocorrer falhas no processo, impactando na disponibilidade dos equipamentos que dão suporte às comunicações seguras.

Assim, este ensaio defende que a sistematização para a seleção de frequências no *Link* BR-1 operando em modo COMSEC desenvolverá a doutrina de emprego das comunicações seguras na FAB, fazendo uso de dois argumentos para ancorar essa tese.

No primeiro, argumenta-se que a sistematização trará agilidade no processo de configuração, etapa importante da doutrina de emprego das comunicações seguras, impactando positivamente na pronta resposta da FAB quando necessitar alterar as configurações do sistema.

Complementarmente, argumenta-se que a sistematização evitará uma possível interferência amiga (bloqueio de ponto) na comunicação.

## 2 COMUNICAÇÃO SEGURA

Segundo a DCA 1-1 (2020), para se sustentar uma operação torna-se importante a disponibilidade das atividades de suporte, sendo uma delas a de comunicações. Cita, ainda, que os sistemas de comunicações fornecem apoio à missão.

A mesma legislação enfatiza que a FAB emprega *links* de voz de forma a obter sucesso no ambiente operacional, tornando-se essencial a proteção dos mesmos contra ataques e que por conta da natureza dinâmica das operações aéreas, os sistemas de comunicações precisam ser rápidos no contexto do TO e fora dele.

Assim, dentro de um cenário de operação da Força Aérea, ou até mesmo de guerra, a proteção e a garantia das comunicações, por meio de sistemas que empregam criptografia, como o *Link* BR-1, é fundamental. Portanto, entende-se que a pronta resposta e minimizar erros durante a configuração do *DataSet* são itens essenciais para o sucesso da missão.

### 2.1 A SISTEMATIZAÇÃO IMPACTANDO NA PRONTA RESPOSTA

O *Link* BR-1 é um sistema tático empregado pelo COMAE para comunicação entre aeronaves de Defesa Aérea e entre estas e os COpM. O mesmo sistema foi instalado em aeronaves do Exército Brasileiro e da Marinha do Brasil, possibilitando uma interoperabilidade nas comunicações seguras, o que se torna uma vantagem dentro do TO.

O sistema possui dois modos de operação, um que engloba criptografia e salto em frequência (TRANSEC), e outro que opera com uma frequência fixa, mas com criptografia associada (COMSEC). Esses modos são o que trazem a segurança nas comunicações em um ambiente eletromagnético hostil, dentro de um TO, e contém seus conceitos imersos na guerra eletrônica.

Segundo a DCA 1-1 (2020), a guerra eletrônica produz efeitos para que o domínio, o gerenciamento e o controle do espectro eletromagnético sejam facilitados. A liberdade de operar em todo ambiente operacional, incluindo o espectro eletromagnético, é essencial para que se tenha sucesso nas operações militares.

No âmbito do COMAE, responsável pelo planejamento e realização das operações de Defesa Aérea, usamos o termo ESTALE (Estados de Alerta) para indicar os níveis de

prontidão para acionamento dos meios. Sendo os níveis (valores) mais altos relacionados a uma situação de ameaça, indo até um possível estado de guerra deflagrada. Neste último caso, entendemos que a pronta resposta é essencial.

No caso de um incremento no ESTALE do COMAE, ou até mesmo de ser inserida uma nova aeronave no sistema, é necessário que sejam refeitas as configurações do *DataSet* e espera-se agilidade nas ações, pois é a soberania do espaço aéreo brasileiro que se encontra em jogo.

Dentre os diversos parâmetros configurados nesse conjunto de dados, tem-se a seleção de frequências que atualmente é feita de forma manual, o que faz com que o tempo de resposta se torne maior, pois depende de análise e é realizada por um operador.

Sendo realizada de forma manual, o operador que esta configurando o *DataSet* precisa consultar documentações que trazem os valores das frequências já em uso nos órgãos de controle e realizar o desconflito entre frequências militares da região (controle militar de rotina) e específicas para operação. O conflito pode ocorrer quando uma aeronave que opera em determinada região do país se desloca para operar em outra, e nesse local já esteja em uso a mesma frequência. Após o desconflito, o operador precisa alocar uma frequência para um determinado canal, processo esse que demanda tempo.

Segundo Brynjolfsson e McAfee (2014), sistemas digitais (sistematização) são mais eficientes e velozes que os humanos na realização de tarefas. Afirmam que na execução de cálculos complexos e na análise de grandes volumes de dados, as máquinas são inquestionavelmente mais rápidas.

Corroborando, Parasuraman e Wickens (2008) destacam que os sistemas automatizados fornecem informações em uma velocidade que os humanos não conseguem entregar, elevando com isso a consciência situacional, na medida em que garante que o operador tenha uma visão precisa e atualizada do ambiente operacional.

Para o emprego da Força Aérea, o tempo de resposta e obter uma consciência situacional do TO é uma vantagem quando necessitar realizar uma operação ou surtidas de aeronaves de Defesa Aérea, acionada pelo COMAE, para garantia da defesa do território nacional e a da soberania.

Dessa maneira, tem-se que o tempo para configurar o sistema deve ser considerado, sendo sua redução uma vantagem frente a um acionamento da Defesa Aérea. Dentro desse contexto, entende-se que o processo atual de seleção de frequência será mais ágil se for feito por um sistema automatizado.

Assim, a sistematização para a seleção de frequências no *Link* BR-1 operando em modo COMSEC desenvolverá a doutrina de emprego das comunicações seguras na FAB, pois trará agilidade no processo de configuração, etapa importante da doutrina de emprego das comunicações seguras, impactando positivamente na pronta resposta da FAB quando necessitar alterar as configurações do sistema.

## 2.2 INTERFERÊNCIA AMIGA

Segundo Adamy (2000), a guerra eletrônica está relacionada ao uso do espectro eletromagnético para apoiar as operações militares e enfraquecer as capacidades do inimigo. Ele afirma que a guerra eletrônica é sustentada por três pilares principais: Medida de Ataque Eletrônico (MAE), Medida de Proteção Eletrônica (MPE) e Medida de Apoio à Guerra Eletrônica (MAGE).

Dentro das MAE, temos o bloqueio de ponto que, de acordo com Adamy (2000), são ações que visam degradar ou interromper as capacidades do inimigo por meio da manipulação do espectro eletromagnético.

De acordo com a DCA 1-1 (2020), a interferência eletrônica emprega meios de Força Aérea para reduzir ou até mesmo impedir o uso do espectro eletromagnético, sendo considerado assim uma MAE.

Segundo Adamy (2000), o bloqueio de ponto inclui a interferência em comunicações V/UHF e pode ocorrer quando se transmite um sinal na mesma frequência em que esteja ocorrendo uma determinada comunicação.

Os espectros de VHF e UHF aeronáutico são limitados, assim seu uso deve ser bem distribuído, pois são empregados não só no *Link* BR-1, como também em órgãos de controle de aeronaves civis e militares.

Nesse sentido, durante as configurações de um *DataSet* é essencial que se tenha uma preocupação quanto à seleção da frequência. Caso seja selecionada uma frequência já em uso em algum órgão de controle, definido como conflito e já explicado na seção 2.1, poderá ocorrer uma interferência amiga durante uma transmissão simultânea. Mitigar erros nesse processo torna-se essencial.

Certamente, durante um aumento no ESTALE em que for necessário reconfigurar o sistema, o operador fará sob uma situação de pressão ou estresse, pois será exigido dele rapidez no processo, aumentando assim a probabilidade de erro em selecionar uma frequência já em uso por outro órgão de controle.

Segundo Burlton (2001), a sistematização na gestão de processos diminui a margem de erro, na medida em que as etapas são seguidas rigorosamente e assim são minimizadas as falhas decorrentes da variação humana.

Corroborando com a ideia, Davenport (1993) afirma que por meio da sistematização dos processos tem-se uma execução mais padronizada e previsível, reduzindo assim a ocorrência de erros e falhas causadas por variações no processo.

Destaca-se, ainda, a afirmação de Norman (2013) comparando as tarefas realizadas pelos sistemas eletrônicos (sistematização) com as mesmas tarefas cumpridas por humanos, os primeiros executam comandos pré-programados, enquanto os humanos estão sujeitos a erros por distração. Ele defende que os humanos são mais sujeitos a erros realizando trabalhos tediosos ou cognitivos, já a automatização (sistematização) entrega produtos com menos inconsistência.

Contribuindo com esse pensamento, Endsley (1995) afirma que os erros nos processos podem interromper o fluxo de informação que influenciam na percepção do operador. Destaca, ainda, que informações críticas erradas fazem o operador perder a capacidade de um entendimento claro da sua atividade.

Assim, afirmamos que existe uma relação entre erros e a possibilidade de ocorrer uma interferência amiga nas comunicações, ou seja, na medida em que o operador seleciona uma frequência já em uso poderá ocorrer uma interferência.

Dessa forma, defende-se que a sistematização para a seleção de frequências no *Link* BR-1 operando em modo COMSEC desenvolverá a doutrina de emprego das comunicações seguras na FAB, pois a sistematização evitará uma possível interferência amiga (bloqueio de ponto) na comunicação.

### 3 CONCLUSÃO

Os sistemas que empregam comunicação segura por meio de criptografia (COMSEC) e salto em frequência (TRANSEC) são considerados essenciais para o sucesso de uma missão da Defesa Aérea com vistas à soberania do espaço aéreo brasileiro.

O sistema de comunicação segura em uso atualmente pela Força Aérea Brasileira é o *Link* BR-1. Ele possui um conjunto de dados que deve ser configurado e carregado nos rádios das aeronaves e das plataformas de solo, no intuito de interoperar esses rádios e garantir o sucesso nas comunicações, tão essenciais em um Teatro de Operações.

Atualmente, as configurações, em especial a seleção de frequência, é realizada por um operador de forma manual, fato que acarreta em aumento do tempo e pode causar possíveis erros durante a sua montagem, selecionando um frequência que já esteja em uso por outro órgão de controle e ocasionando uma possível interferência amiga na comunicação.

Assim, foi defendido que a sistematização para a seleção de frequências no *Link* BR-1 operando em modo COMSEC desenvolverá a doutrina de emprego das comunicações seguras na FAB.

O *Link* BR-1 é considerado um sistema tático essencial para a interoperabilidade em operações militares, coordenadas pelo Comando de Emprego da FAB. Ao ser elevado o Estado de Alerta (Estale) , será necessária a reconfiguração manual de frequências e, por conta disso, não teremos uma pronta resposta e o processo manual é considerado mais suscetível a erros.

Dessa forma, foi argumentado que a sistematização trará agilidade no processo de configuração, etapa importante da doutrina de emprego das comunicações seguras, impactando positivamente na pronta resposta da FAB quando necessitar alterar as configurações do sistema.

Além disso, argumentou-se que a sistematização evitará uma possível interferência amiga (bloqueio de ponto) na comunicação, tendo em vista que eliminará erros durante o processo de seleção de frequência, evitando o bloqueio citado, ocasionado por um órgão de controle que esteja usando a mesma frequência.

A sistematização além de otimizar as atividades no âmbito do COMAE, trazendo pronta resposta e evitando possíveis erros, poderá proporcionar benefícios ao Ministério da Defesa, pois poderá ser disponibilizado para a Marinha do Brasil e Exército Brasileiro no intuito de empregar o sistema durante o planejamento de suas operações aéreas.

Assim, dentro de um cenário de guerra moderna em que meios com tecnologia avançada são empregados, como por exemplo Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP) e bombas guiadas a laser, além da presença de um ambiente eletromagnético hostil, ter agilidade nos processos e minimizar erros durante um planejamento, impactam positivamente na pronta resposta das Forças Armadas, deixando o Brasil em destaque perante seus países vizinhos.

## REFERÊNCIAS

ADAMY, D. **EW 101: A First Course in Electronic Warfare**. Norwood, MA: Artech House, 2000.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Portaria N° 1225/GC3, de 10 de novembro de 2020. Aprova a reedição da Diretriz do Comando da Aeronáutica, DCA 1-1, Doutrina Básica da Força Aérea Brasileira. **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 205, f. 14971, 12 nov. 2020. Disponível em: [http://www.cendoc.intraer/sisbca/bca\\_pdf/2020/bca\\_205\\_12-11-2020.pdf](http://www.cendoc.intraer/sisbca/bca_pdf/2020/bca_205_12-11-2020.pdf). Acesso em: 30 set. 2024.

BRYNJOLFSSON, E.; McAfee, A. **The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies**. New York: W. W. Norton & Company, 2014. p. 55.

BURLTON, R. T. **Business Process Management: Profiting from Process**. Indianapolis: Sams Publishing, 2001.

DAVENPORT, T. H. **Process Innovation: Reengineering Work through Information Technology**. Boston: Harvard Business School Press, 1993.

ENDSLEY, M. R. **Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems**. Human Factors, Santa Monica, v. 37, n. 1, p. 32-64, 1995.

NORMAN, D. A. **The Design of Everyday Things**. Revised and expanded ed. New York: Basic Books, 2013. p. 124.

PARASURAMAN, R.; WICKENS, C. D. **Humans: Automation Interaction and Cognition**. Reviews of Human Factors and Ergonomics, Santa Monica, v. 4, n. 1, p. 1-27, 2008.