

Estrutura de Comando e Controle do Sistema ASTROS

Érico Esteves Duarte

Tamiris Pereira dos Santos

Alexandre Gonçalves

Heraldo Makrakis

Eduardo de Souza Pereira

Luís Rodrigo Machado

Matheus Dalbosco Pereira

João Gabriel Burmann da Costa

Victor Domingues Ventura Pires

Relatório Técnico 3

Estrutura de Comando e Controle do Sistema ASTROS

Relatório Técnico elaborado pelo Grupo de Trabalho ASTROS, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em virtude do convênio celebrado entre essa instituição e o Comando de Artilharia do Exército Brasileiro (Cmdo Art Ex).

Dezembro/2021

Aviso

O presente relatório técnico foi elaborado no escopo de acordo de cooperação técnica estabelecido entre o Comando de Artilharia do Exército Brasileiro (Cmdo Art Ex) e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), no intuito de promover discussão e produção científica sobre a estrutura de comando e controle do Sistema ASTROS, visando desenvolvimento institucional de ambas as partes.

Os argumentos apresentados neste relatório não representam as visões do Exército Brasileiro, do Cmdo Art Ex ou da UFRGS, sendo o conteúdo deste material de inteira responsabilidade dos autores.

1. Resumo

O objetivo deste Relatório Técnico RT3 é analisar a arquitetura de comando e controle (C2) da Artilharia de Mísseis e Foguetes do Exército Brasileiro, com ênfase em apontar as implicações e parâmetros para a incorporação do Míssil de Cruzeiro desenvolvendo o tema indutor “f” do *Plano de Trabalho: Metodologias e Sistemas de Integração no Nível Operacional*. Esta análise é fundamentada na disciplina de arquitetura de sistemas que utiliza um *framework*, uma teoria e um modelo para propor uma arquitetura da estrutura de C2 do sistema ASTROS que atenda às necessidades do desdobramento e emprego do míssil de cruzeiro. A abordagem através da arquitetura de sistemas deste modelo compreendeu 3 blocos analíticos os espaços de atuação, considerando as arquiteturas organizacional, de governança, de processos e de conhecimento; as perspectivas de ponto de vista sobre o tema do DOAMEPI; e, de parâmetros de efetividade englobando a proficiência e a responsividade.

A teoria da estrutura de C2 observa a relação entre as possíveis configurações de C2, o ambiente operacional de um determinado tipo de unidade ou sistema de armamentos. A configuração de C2 é delimitada pelos tomadores decisão do curso das operações e do uso de recursos no tocante ao baixo ou alto grau de diferenciação funcional de controle das unidades subordinadas. Diferentes ambientes operacionais requerem, então, diferentes configurações de C2 cuja melhor adequação traz vantagens comparativas de responsividade ao ambiente operacional, planejamento das missões e gestão de recursos. O ambiente operacional é determinado, principalmente, pelo tamanho e composição e do número de unidades subordinadas, o nível de sofisticação tecnológica dos principais sistemas de armamentos e seus auxiliares e o dinamismo ambiental que se refere a taxa de mudanças no ambiente operacional.

As funções de C2 seguem em fluxo contínuo e englobam necessariamente consciência situacional e compartilhamento da intenção do comandante, planejamento da linha de ação; distribuição de planos e ordens de alocação de recursos para execução de tarefas; avaliação do cumprimento da missão. Dentro de um comando essas funções são distribuídas entre o comandante e seu estado-maior. O C2 consiste em como gerar comandos e garantir que sejam precisamente e adequadamente endereçadas tempestivamente, bem como responder de maneira adequada situações inesperadas. De maneira complementar o comandante e seu estado-maior têm funções distintas cabendo ao primeiro dar foco ao sistema de tomada de decisão e ao segundo evitar a sobrecarga do comandante. Especificamente as funções são: a imagem do comandante que diz respeito à consciência situacional individual e inicial que o comandante tem da missão recebida e do ambiente operacional e seus elementos contextuais; a consciência situacional compartilhada, ou Estudo da Situação, que se refere ao processo de compartilhamento e atualização da imagem do comandante entre o estado-maior e o processo de verificação e atendimento das necessidades informacionais do comandante para as ordens de operações e planejamento; a intenção do comandante que escreve o objetivo final desejado; a elaboração e encaminhamento de ordens e planos logísticos.

As fases do comando também têm atribuições distintas entre o comandante e o estado-maior: O comandante inicia o planejamento com o recebimento da missão, a avaliação dos recursos disponíveis, usando informações sobre o ambiente operacional e o seu oponente. Essas informações lhe são fornecidas pelo seu estado-maior; com o repasse deste planejamento ao estado-maior, o comandante passa a direcionar a efetividade da missão - o que é denominado por Trabalho de Comando no Exército Brasileiro; o repasse deste plano com suas ordens é encaminhado às unidades

subordinadas; finalmente sob monitoramento do comandante e controle do estado-maior é observado o cumprimento das tarefas e ordens. Ademais, o Estudo da Situação e o Trabalho de Comando permanecem sendo executados de forma continuada, de forma a permitir ao comandante a consciência situacional e as decisões de forma oportuna, conforme a evolução do combate.

A guerra centrada em rede torna fulcral para o cumprimento das missões o domínio sobre o fluxo de informações e a interface entre os diversos escalões da operação. Informação compreende conteúdo e fluxo que não é sempre linear. A passagem da informação deve ser interativa pois a sua troca deve ser sempre confirmada entre o comandante e seu estado-maior, bem como as unidades subordinadas e seu principal foco é apoiar a compreensão do comandante do ambiente operacional e transmitir a linha de ação da missão. Falhas nessa compreensão, transmissão ou foco e detalhe destas informações pode gerar incertezas. Neste sentido informações incompletas ou excessivas são igualmente nocivas. Para enquadrar o fluxo de informações são propostos três modos de troca entre o comandante e seu estado-maior não excludentes entre si: modo canalizado, no qual a informação é transmitida segundo um fluxo preestabelecido mais adequado a atualizações rotineiras; modo de troca de informação por alarmes que sinalizam ocorrência de eventos extraordinários; e, o modo de nódulos de informações no qual as informações são supridas para atender demandas específicas.

O modo canalizado empurra as informações em um fluxo predeterminado, o modo de alarme quando ocorre a informação seguindo gatilhos específicos e o modo de nódulos conforme demandas específicas. A interatividade também difere com o modo canalizado e o modo de alarme sendo lineares da base até o topo da cadeia de comando, já o modo de nódulos é interativo em tempo real.

Estes modos de informações se relacionam com as funções e fases de C2, sendo o modo canalizado adequado para trocas estruturadas de informações, porém um sistema de comando baseado exclusivamente neste modo é inadequado por não aceitar a inclusão de informação crítica não prevista, não permite mudança no fluxo de informações quando certos gatilhos são acionados e não permite o enquadramento de informações não previstas. O modo de alarme já permite o tratamento de informações variáveis e novas no sentido *bottom-up*. O modo de nódulos fornece as informações em situações orientadas pelo contexto no qual estas informações não podem ser supridas automaticamente dependendo do aspecto social e cognitivo da estrutura de C2.

No contexto da atual doutrina do Exército, a unidade com maior poder de fogo desdobrada em campo do Cmd Art Ex é o comando de um GMF como elemento a compor o Comando de Artilharia da Força Terrestre Componente (CAFTC)/ Artilharia do Corpo de Exército (ACEx). A ACEx é composta por um número variável de unidades, ou seja, um ou mais GMF, e Agpt Gp. Essa composição é definida conforme o Estudo de Situação. Pode ser que seja necessário, dependendo da situação, designar uma ou mais baterias do GMF para atuar em reforço às AD. O Manual EB70-MC-10.346 de Planejamento e Coordenação de Fogos prevê que a FTC/C Ex recebe do Comando Conjunto (C Cj) a Lista Integrada e Priorizada de Alvos (LIPA) e que o Centro de Operações Táticas (COT) da CAFTC/ACEx desenvolve a Lista Priorizada de Alvos (LPA). De acordo com a missão, “podem ser incluídos elementos especializados no emprego de mísseis e foguetes”. De acordo com o Manual Experimental de Artilharia de Longo Alcance a **rota** do míssil de cruzeiro será definida pela articulação entre CC Op/FTC, em coordenação com a Força Aérea Componente (FAC) e Força Naval Componente (FNC) e respeito das Medidas de Coordenação e Controle do Espaço Aéreo e de Coordenação

do Apoio de fogo (MCCEA e MCAF, respectivamente) que estão em vigor. O traçado da rota é também formulado pelo Elemento de Coordenação de Apoio de Fogo (ECAFFTC/C Ex) e enviado ao GMF, que se torna responsável pela trajetória (*waypoints*). Em especial porque o GMF é unidade executante, ele planeja a rota detalhada do míssil conforme as medidas de coordenação do espaço aéreo e ordens recebidas que lhe são informadas, ou seja, não tem liberdade plena para traçar as rotas. No entanto, questiona-se como um GMF será capaz de cumprir essa tarefa se ele não possui meios orgânicos de análise de alvos e depende de seu escalão superior no TO ou do recebimento de recursos adicionais. Entende-se que o atual arcabouço doutrinário do Exército prevê que apenas o Corpo de Exército contará com estrutura de C2 adequada para o emprego de míssil de cruzeiro - por conta do seu Estado-maior expandido e recursos imprescindíveis - não estando prevista tal estrutura em outras unidades do Exército. Importante adicionar que tal estrutura de C2 do C Ex deve ser apoiada pelo Batalhão de Inteligência Militar (BIM) no estabelecimento de uma Central de Inteligência (Cent Intlg) e composição da Célula de Inteligência (Cel Intlg). Nesse sentido, o BIM é a principal OM do EB em capacidade operativa de Inteligência, Reconhecimento, Vigilância e Aquisição de Alvos (IRVA), busca de alvos e fusão e análise de dados. Futuramente, existe a previsão que a Bateria de Busca de Alvo deverá contar com capacidade IRVA.

A incorporação de míssil de cruzeiro como dependente da estrutura de C2 enseja duas considerações: Primeiro, a necessidade de encontrar equilíbrio entre o controle político dos ataques, principalmente contra alvos de alto valor, e o maior nível de delegação de aspectos operativos mesmo para emprego contra alvos operacionais. Segundo a necessidade de reduzir número de responsabilidades do comandante operativo da missão caso contrário existe o risco de redução de sua efetividade. Por isso, evidencia-se a necessidade de variação de configuração de cadeia de comando dependendo do cenário e do tipo alvo, mas sempre contemplando os controles políticos dos ataques de alto valor e a maior delegação possível com relação a alvos operacionais. O emprego de mísseis de cruzeiro cobrará grande pressão sobre o ciclo de inteligência e decisão, que provavelmente se manterá de alto nível por todo o período de operação.

Haverá sempre pressão para se reduzirem os prazos de engajamento o que cobra ainda mais ênfase no acesso e tratamento de dados. Além de recursos de coleta de informações, haverá a necessidade de complementá-la com dados de todo espectro (visual, áudio, sinais, coordenadas) e de várias fontes e possuir capacidade de provimento de imagens para alimentar o guiamento do míssil. O emprego de mísseis de cruzeiro cobra a disponibilidade de sensores aerotransportados para reduzir o tempo de detecção e ataque, sendo isso apenas possível em situação de superioridade ou supremacia aérea. No caso de artilharia de mísseis, torna-se muito mais sensível a disponibilidade de recurso de inteligência de sinais para interceptação de transmissões de rádio e fluxo de dados do alvo e seu ambiente operacional, a exemplo das características de seu sistema de defesa aérea, radar e controle de tiro bem como monitoramento de presença civil. Portanto, o processo de obtenção de alvos, elaboração e execução de uma missão poderá ser longo e trabalhoso, sem garantias de ser reutilizado em caso de alteração ou nova missão. Importa especificar atributos específicos do ciclo de funções de C2 em missões de emprego de mísseis de cruzeiro.

O emprego de mísseis de cruzeiro implica em elementos e atributos específicos de C2 como: Recebimento de inteligência sobre alvos de interesse da missão e consciência situacional incluindo eventos políticos estratégicos, considerações pré-alerta e informações sobre capacidade de ataque profundo; ciclos de inteligência e

planejamentos específicos já que o processamento de dados dos alvos de mísseis é distinto de outras artilharias; Linha de ação e avaliação como escolha dos recursos mais adequados e possibilidade de avaliação dos efeitos; e, medidas de coordenação operativa com demais forças singulares e amigas.

O atendimento às fases e funções de C2 demandará configurações diferentes, conforme o tipo e cenário de missão e as necessidades e disponibilidades de recursos, já que o ciclo de tomada de decisão entre a coleta de dados e as unidades operativas deve ser o mais curto possível, podendo não ser necessário ou desejável a configuração plena da estrutura de C2 para o emprego de míssil de cruzeiro tendo em vista os seguintes desafios: configuração de um sistema de comunicações servido por vários níveis de banda para não retardar o fluxo de dados; o desdobramento de mais lançadoras remeterá a um ciclo de inteligência mais responsivo; confiabilidade em todas as circunstâncias incluindo em ambientes complexos; e, capacidade de estruturar enlaces com os principais comandos operativos. Dependendo do tipo de missão e ambiente operacional será necessária a configuração de dois ciclos da estrutura de C2. O primeiro de decisão político estratégico e o segundo de coleta, processamento e distribuição de inteligência de modo paralelo.

A estrutura de C2 em Operações Conjuntas, é regida pela Doutrina de Operações Conjuntas, MD30-M-01, do Estado-Maior Conjunto das Forças Armadas (EMCFA). Essa estrutura somente é ativada em Estado de Crise ou de Conflito Armado. Caracterizadas em doutrina pelo emprego coordenado de elementos provenientes de mais de uma força singular, as Operações conjuntas (Op Cj) demandam uma estrutura de C2 mais complexa, que vise à maximização da eficiência por meio da sinergia entre seus elementos componentes. O Processo de Planejamento Estratégico Conjunto (PPEC), conduzido no nível estratégico, é o responsável pela construção da Consciência Situacional do Ministério da Defesa (MD), além da determinação da Estratégia Nacional, em linhas gerais, e o enquadramento do problema militar nas Hipóteses de Emprego, previamente determinadas pela Estratégia Militar de Defesa. Coexistem, para além das diferentes incumbências características de cada nível da estrutura de C2, diferentes níveis de autonomia em termos de planejamento operacional. Quanto à Estrutura do Comando Operacional Conjunto, o Comandante Operacional tem toda a flexibilidade e competência para determinar ordens as Forças Componentes ou Conjuntas, tendo por base a situação a ser enfrentada a evolução do conflito e a área sob sua responsabilidade.

A compreensão sobre as potencialidades do emprego de mísseis de cruzeiro, bem como as suas limitações, circunscreve a tomada de decisão, na medida em que amplia ou restringe o espectro de soluções do Poder Militar em apoio à Política Externa, sobretudo durante a fase de crise. Ressaltam-se alguns pontos chave de processo decisório dos níveis estratégico e operacional: No nível de planejamento estratégico, durante o exame de situação estratégica, a análise estratégica da área do conflito e a previsão de estimativa inicial de meios necessitam de conhecimento mais específico do emprego de mísseis de cruzeiro para a correta compreensão das opções estratégicas militares. A não compreensão das potencialidades e mísseis de cruzeiro pode resultar no superdimensionamento ou subestimação de suas capacidades.

A Estrutura Militar de Defesa contempla a subordinação dos Comandos Operacionais direta ao Comandante Supremo, estando somente ligada maneira estruturada ao Ministro da Defesa e ao EMCFA. Tal estrutura de C2 apresenta pontos de atenção, tais como o baixo nível de controle do nível estratégico das ações com esse tipo de tecnologia, empreendidas pelo nível operacional.

Por fim, o míssil de cruzeiro é um meio de difícil obtenção, cujo emprego ocasional terá grande efeito psicológico e político, demandando acompanhamento e estudo de atuais e potenciais agressores a fim de elaboração contramedidas. Por isso, visando efetividade, toda estrutura de C2 dedicada deve garantir alvos que **apenas** ele possa atingir e impedir seu uso contra alvos que possam ser batidos por outros meios. Essa avaliação será mais sensível em situações com disponibilidade de meios aéreos e navais, que dependerá de análises criteriosa de capacidades e da situação, principalmente porque poderá envolver a aplicação combinada desses meios.

O relatório Técnico 3 - Estrutura de Comando e Controle do Sistema ASTROS enseja as seguintes recomendações:

1) Concepção de diferentes configurações de C2 do Comando Operativo de GMF e Bia MF enquadrado no emprego de míssil de cruzeiro, em correspondência ao tipo de missão em termos de ambiente operacional e recursos necessários. O emprego de míssil de cruzeiro cobra que suas unidades operativas atuem sob duas cadeias de comando: Uma delas centralizada na autoridade política e estratégica do TO e uma segunda cadeia de C2 proativa com um ciclo próprio de planejamento operacional resultando em um segundo ciclo de intensidade variável a ser realizado entre o Comando Op Cj e o Cmdo da FTC.

2) Necessidade de revisão do arcabouço doutrinário do Exército Brasileiro para considerável simplificação do processo de tomada de decisão e dedicação de recursos de C2 para emprego de míssil de cruzeiro. A análise do material doutrinário de CEx e FTC, artilharia de longo alcance e planejamento de fogos indica que a estrutura de C2 para emprego de míssil de cruzeiro é longa e ambígua. Por um lado, o enlace entre ECAF, ECEA e COT da FTC e o comando operativo do emprego do míssil – apontando como sendo um GMF - é longo e pouco claro, quanto a possibilidade de se contar com os recursos de inteligência e tratamento de dados necessários para o tipo de alvos que se emprega mísseis de cruzeiro.

3) Desenvolvimento de uma Central de Fusão de Dados, amparada em um sistema especialista digitalizado para apoio das ECAF e COT da FTC/C Ex e da ACEx para planejamento de alvos e direção de voo do míssil de cruzeiro. Entende-se que o simples enlace de um O Lig especialista em mísseis e foguetes no ECAF da FTC/C Ex não será suficiente para qualificar as atividades de planejamento de alvos e emprego do míssil de cruzeiro em meio aos demais meios que podem estar concentrados e sob o CAFTC. Ademais, é pouco claro se o apoio dedicado do BIM ao FTC/C Ex proverá também recursos suplementares no apoio do ECAF e COT da CAFTC/ACEX. Por fim, essas atividades são impossíveis de serem realizadas e coordenadas entre si e com o GMF ou Bia MF sem a digitalização de todo o processo e devidamente integradas ao C2 Combate e em sistemas conjuntos com as outras forças, em especial com o Planejador de Missão Aérea (PMA).

4) Revisão dos procedimentos do Ministério da Defesa para consideração do míssil de cruzeiro no processo de tomada de decisão de operações conjuntas. No nível estratégico, são necessários ajustes para que o míssil de cruzeiro seja incluído, no âmbito do MD, nas fases de análise estratégica da área do conflito e a previsão de estimativa inicial de meios. A simples inclusão de alvos para o míssil de cruzeiro na lista de alvos do MD não é suficiente para atender essa lacuna.

5) Consideração, no longo prazo, da criação de Força Missilística Componente. Certamente, essa mudança não ocorreria sem custos. Ainda assim, aponta-se que ela apresenta as seguintes vantagens: Desenvolvimento de especialização tecnológica e procedimentos; Atendimento a alvos de nível estratégico através de um fluxo contínuo

e dedicado, mais curto e com maior qualidade; Atendimento às diferenças doutrinárias e logísticas da artilharia de campanha; Desenvolvimento de capacidade autóctone de desdobramento para e no TO, sem predar a doutrina da Força Terrestre; Estruturação de C2 composta por militares com conhecimento especializado e fluxo de informações mais responsiva a mudanças situacionais e a alarmes; Acionamento de medidas de coordenação e de apoio (como uso de meios de coleta de dados, uso do espaço aéreo e proteção aos sistemas ASTROS); Uso mais prioritário do míssil de cruzeiro; Alívio da carga decisória sobre a FTC e Corpo de Exército.

2. Objetivos

Analisar a arquitetura de comando e controle da Artilharia de Mísseis e Foguetes do Exército Brasileiro, com ênfase em apontar as implicações e parâmetros para a incorporação do Míssil de Cruzeiro. Este estudo articula-se com os projetos *Sistema de Comando e Controle de Artilharia* (C2 ASTROS) para aquisição e fusão de dados de sensores e coordenação das missões de apoio de fogo e *Sistema Integrado de Simulação ASTROS – Grupo de Mísseis e Foguetes* (SIS-ASTROS) da Universidade Federal de Santa Maria.

Este estudo desenvolve o tema indutor “f” do Plano de Trabalho: *Metodologias e Sistemas de Integração no Nível Operacional*.

3. Aspectos preliminares

A estrutura de comando e controle militar se dá conforme orientações estratégicas e ambiente operacional de unidades e subunidades subordinadas, bem como pelos aspectos técnicos e logísticos das plataformas de armamentos desdobradas. Cabe, portanto, recuperar os aspectos desenvolvidos nos dois relatórios anteriores sobre aspectos estratégicos, operacionais e logísticos do míssil de cruzeiro que balizam as decisões de recorte e análise do presente relatório.

No Relatório Técnico 1, *Emprego de Mísseis de Cruzeiro em TO/A Op voltado para o Sistema de Defesa Nacional*, apontou-se que a utilidade estratégica de mísseis é mais efetiva contra a concentração militar oponente, que pode ocorrer de duas maneiras, a saber:

- i. por meio de uso direto para neutralização ou degradação de sua infraestrutura - como pontes, rodovias, centrais elétricas e reservas de combustíveis e instalações portuárias e aeroportuárias –
- ii. por meio de nódulos de concentração de sua força em áreas administrativas, postos de comando e áreas de reunião (*rendez-vous*)

Seja em situações de paz, de apoio à política externa e de crise, a utilidade estratégica de mísseis de cruzeiro ainda reside no seu uso indireto ao dissuadir o oponente de concentrar suas forças para ações agressoras e mantê-las dispersas através de exercícios e manobras explícitas para manifestação da credibilidade operativa e da vontade política no emprego da capacidade missilística. Adicionalmente, manobras discretas e surpreendentes ao oponente compõem tal credibilidade, a fim de levar o oponente a reconsiderar e renunciar seu padrão de ação agressora.

Levando-se em conta o contexto brasileiro, isso repercutiria em três tipos gerais de operações com desdobramentos de lançadoras de mísseis de cruzeiro:

- Retardar ou impedir o desdobramento de meios militares para uma determinada área;
- Dissuadir países anfitriões potenciais de receber desdobramento de meios militares extrarregionais;
- Prevenir que meios militares extrarregionais acessem o teatro de operações brasileiro.

No Relatório Técnico 2, *A Logística Operacional do Sistema ASTROS*, reconheceu-se a versatilidade do Sistema ASTROS no emprego de foguetes e do míssil de cruzeiro, assim como as distinções de ordem logística do segundo em relação ao primeiro. Dessa maneira, recomendou-se a designação dedicada permanente ou temporária de uma Bateria de Mísseis e Foguetes (Bia MF) por um Grupo de Mísseis e Foguetes (GMF) no emprego do AV-TM 300.

4. Procedimentos

A metodologia utilizada se fundamenta na Engenharia de Sistemas com uma abordagem da disciplina Arquitetura de Sistemas. Utiliza-se de um *framework* para modelagem da estrutura de comando e controle do ASTROS como um sistema complexo e, dessa maneira, analisá-lo em termos de sua organização, processos e conhecimentos em correspondência com uma teoria de estrutura de comando e modelos sobre funções, fases e fluxos de informações entre um comandante e seu estado-maior.

No intuito de estabelecer um processo de comunicação efetivo e delimitar o objeto desses procedimentos, são apresentadas as seguintes conceituações:

1. Sistema é definido pela *EB10-IG-0.018, Instruções Gerais do Ciclo de Vida dos Sistemas e Materiais de Emprego Militar* (2016), como o conjunto de elementos inter-relacionados, organizado de modo a alcançar um ou mais objetivos com a máxima eficiência. Resumidamente, um sistema compreende: i) seus elementos: os constituintes que compõem o sistema; ii) as relações internas e externas ao sistema; aos quais incluímos os princípios de seu design – ou cultura organizacional – que, em grande parte, determinam a possibilidade de sua evolução.
2. *Arquiteturas de Sistema* são conceitos ou propriedades fundamentais de um dado sistema em seu ambiente, incorporados em seus elementos, relacionamentos e em princípios de seu design e evolução. Elas se valem de *frameworks*, teorias e modelos conceituados a seguir:
 - a. Um "framework" é um quadro de referência utilizado para explicar algo. Identifica um conjunto de variáveis e suas relações que, presumivelmente, explicam um conjunto de fenômenos. O *framework* pode fornecer desde um modesto conjunto de variáveis até algo extenso, como um paradigma. Não precisa identificar direções entre as relações, embora estruturas mais desenvolvidas certamente especifiquem algumas hipóteses.
 - b. Uma "teoria" fornece um conjunto de relações mais denso e logicamente coerente. Aplica valores a algumas das variáveis e geralmente como as relações podem se alterar dependendo dos valores de suas variáveis críticas.
 - c. Um "modelo" é uma representação de uma situação específica. É geralmente mais estreito em escopo - e mais preciso em suas suposições - do que a teoria subjacente.

Desta forma, *frameworks*, teorias e modelos podem operar ao longo de um contínuo, envolvendo crescente interconexão lógica e, ao mesmo tempo, especificidade.

A partir de conceitos básicos, apresenta-se a seguir a operacionalização da proposta de Arquiteturas da Estrutura de Comando e Controle do Sistema ASTROS. Nossa abordagem é desenvolvida em três blocos analíticos:

- a) Espaços: correspondendo aos *frameworks* nos quais se busca compreender o Sistema da Art Msl Fgt, através da sistematização do foco sobre áreas ou setores específicos, sem desconsiderar os demais. Procedemos, portanto, a análise sistêmica da:
 - i. Arquitetura Organizacional: envolvendo a estrutura hierárquica, divisões e setores internos em termos de autoridade na tomada de decisão e controle de recursos - interfaces externas de comando e controle em geral. No caso brasileiro, isso implica considerar as estruturas de comando e controle do Exército Brasileiro e do Cmd Art Ex, bem como de operações conjuntas, regidos pelos manuais MD30-M-01 *Doutrina de Operações Conjuntas* (2020), EB70-MC-10.225 *Força Terrestre Componente* (2019), EB70-MC-10.244 *Corpo de Exército* (2020), EB20-MC-10.205 *Comando e Controle* (2015) e EB70-MC-10.363 *Grupo de Mísseis e Foguetes* (2021);
 - ii. Arquitetura de Governança de Processos: englobando as funções e fases de C2. De maneira específica, estão compreendidos desde os tipos de procedimentos de gestão e modelos de condução de C2 até o gerenciamento dos processos de planejamento de Estado-maior, bem como aqueles relacionados ao emprego operacional do material. Este *framework* recorta processos das atividades de comando e controle em conexões com as Arquiteturas de Conhecimentos e as Organizações. Além dos manuais supracitados, consideram-se MD33-M-11 *Apoio de Fogo em Operações Conjuntas* (2013), EB70-MC-10.346 *Planejamento e Coordenação de Fogos* (2017), EB70-MC-10.224 *Artilharia de Campanha nas Operações* (2019) e o *Manual Experimental de Artilharia de Longo Alcance* (2017);
 - iii. Arquitetura de Conhecimento: engloba os sistemas de inteligência para coleta, processamento e distribuição de informações e dados. Em certa medida, a Arquitetura de Conhecimento se concretiza como os Sistemas de Informações, integrando os diversos níveis de tomada de decisão (operacional e político-estratégico) e funcionalidades técnicas dos sistemas de gerenciamento de preparação, planejamento, uso e avaliação do uso de um sistema de gerenciamento de combate. Inclui-se aqui ainda a organização das instruções e formação de pessoal com conhecimentos específicos para C2 de mísseis de cruzeiro. Considera-se aqui os manuais EB70-MC-10.302 *Batalhão de Inteligência Militar* (2018) e o EB70-MC-10.246 *As Comunicações nas Operações* (2020).
- b) Perspectivas: correspondendo a como se concebe ou se analisa o tema, isto é, o ponto de vista tendo em conta o *framework*. Neste caso, as perspectivas utilizadas serão os fatores determinantes, inter-

relacionados e indissociáveis da capacidade, conhecida pela sigla DOAMEPI previsto no *EB20-MF-10.102 - Manual de Fundamentos Doutrina Militar Terrestre*. As variáveis propostas para análise estão apresentadas na Figura 2 abaixo.

c) Parâmetros de efetividade:

- i. Responsividade: refere-se à capacidade de resposta adequada à incerteza do ambiente operacional. Nesse sentido, a estrutura de comando tem que ser capaz, em primeiro lugar, de não inserir mais complexidade desnecessária e ainda mais incerteza na execução de missões. Em segundo lugar, alocar autoridade e recursos correspondentes e desenvolver ciclos correspondentes à missão e seu ambiente operacional;
- ii. Proficiência: o desempenho das fases e funções de C2 (ver Figura 6). A complexidade da contemporânea não permite a definição de parâmetros de eficácia de C2, dada a grande variação de condições e contextos de execução de uma missão. No entanto, a partir das definições claras das funções e sua distribuição entre membros de uma estrutura de C2, é possível estabelecer parâmetros de comparação do fluxo de fases, processos e informações entre elas.

Figura 1 - ESPAÇOS

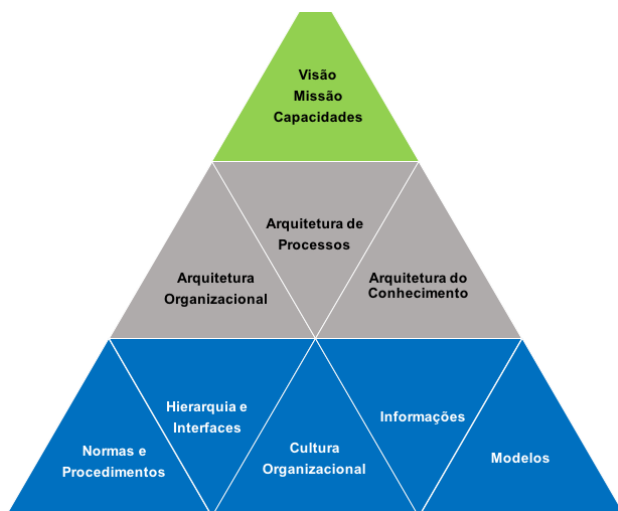


Figura 2 - PERSPECTIVAS



Sobre a Teoria de Estrutura de Comando¹

A teoria da estrutura de comando observa a relação entre possíveis configurações de C2 e o ambiente operacional de um determinado tipo de unidade ou sistema de armamentos, compreendendo variáveis como tamanho, sofisticação tecnológica e grau de dinamismos do ambiente operacional.

A configuração de C2 é delimitada pelos agentes com autoridade de tomada de decisão sobre o curso das operações (comando centralizado ou descentralizado) e pelos agentes

¹ GRAUER, Ryan. **Commanding Military Power: Organizing for Victory and Defeat on the Battlefield**. New York: Cambridge University Press, 2016.

com autoridade para tomar decisões sobre o uso de recursos (baixo ou alto grau de diferenciação funcional no controle de unidades subordinadas).

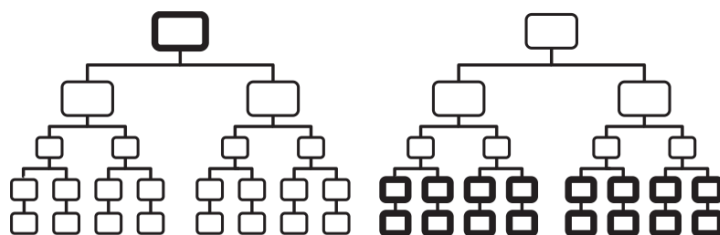


Figura 3: Comando centralizado e descentralizado

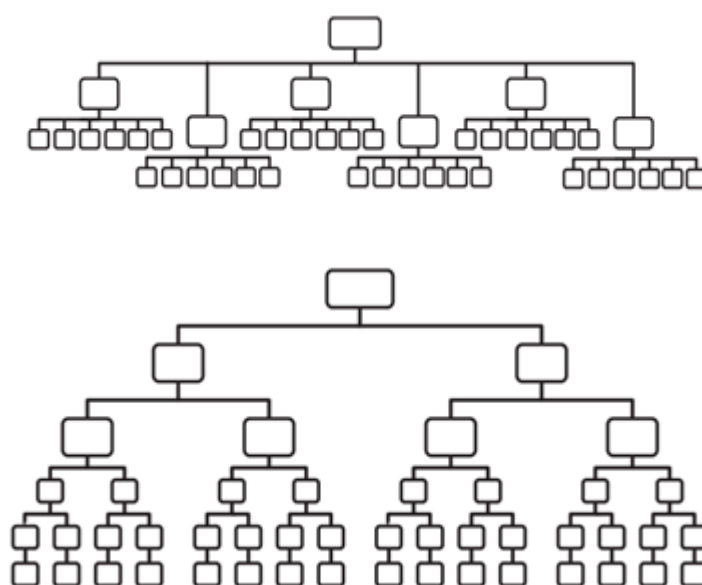


Figura 4: Comando com baixo e alto nível de diferenciação funcional no controle de recursos

Essa teoria preconiza como diferentes ambientes operacionais requerem diferentes configurações de C2. Portanto, a melhor adequação da configuração entre estruturas de C2 ao ambiente operacional dá vantagens comparativas de responsividade ao ambiente operacional, planejamento das missões e gestão de recursos. Existem três variáveis principais que determinam o ambiente operacional. A saber:

- Tamanho da composição do comando e do número de unidades subordinadas: refere-se ao tamanho da estrutura de C2 em termos de membros e ao número e a variação do contingente de tropas e unidades subordinadas;
- Nível de sofisticação tecnológica do sistema principal de armamentos e seus sistemas auxiliares: refere-se aos processos cognitivos, procedimentos e ferramentais que devem ser usados para cumprir tarefas. Cada nova plataforma com sofisticação tecnológica apresenta novos desafios de supervisão e coordenação. A introdução de nova tecnologia sofisticada diminui o desempenho de trabalho de unidades no *front*. Gestores que não conhecem tão bem a tecnologia resistem em entender como seus subordinados agem e se as

tecnologias criam circuitos de retorno que podem inibir ou romper esforços organizacionais.

- **Dinamismo ambiental:** refere-se à taxa de mudanças substantivas no ambiente operacional. Quanto maior dinamismo ou quanto mais dimensões envolve o ambiente operacional (terrestre, aéreo, eletrônico, cibernético) de uma unidade, maiores são seus desafios de responsividade, planejamento e controle.

Ambiente Operacional	Configuração de C2	
	<i>Comando</i>	<i>Controle</i>
<i>Tamanho</i>	Não existe correlação entre tamanho da tropa e grau de centralização do comando, mas grandes estruturas de C2 inserem incerteza em suas atividades	Organizações grandes funcionam melhor com maior diferenciação na resposta ao ambiente
<i>Tecnologia</i>	A descentralização da tomada de decisão é razoável porque os baixos escalões têm melhores condições de entender os desafios e oportunidades da tecnologia	Maior grau de diferenciação reduz o número de diferentes tecnologias que os gestores têm que se familiarizar e supervisionar
<i>Dinamismo ambiental</i>	Requer necessariamente descentralização	Tem pouco efeito sobre os níveis de diferenciação

Quadro 1. Elementos para configuração da estrutura de Comando e Controle.

Sobre modelos de funções e fase de Comando e Controle²

As funções de C2 englobam, necessariamente: consciência situacional e compartilhamento da intenção do Comandante; planejamento da linha de ação; distribuição de planos e ordens de alocação de recursos para execução de tarefas; avaliação do cumprimento da missão. Grosso modo, as atividades seguem em fluxo contínuo, de forma que cada uma dessas funções pode seguir simultaneamente.

² KAHAN, James P. e WORLEY, D. Robert e STASZ, Cathy. **Understanding Commander's Information Needs**: Santa Monica: RAND Corporation, 2000; GRUSELLE, Bruno. **Long Range Strikes in 2025**. Paris: Fondation pour la Recherche Stratégique, 2012.



Figura 5. Ciclo das funções de comando e controle

Essas funções principais são distribuídas dentro de um comando entre aquelas exclusivas do comandante, funções a serem realizadas pelo seu estado-maior e funções desempenhadas pelo comandante com o seu estado-maior.

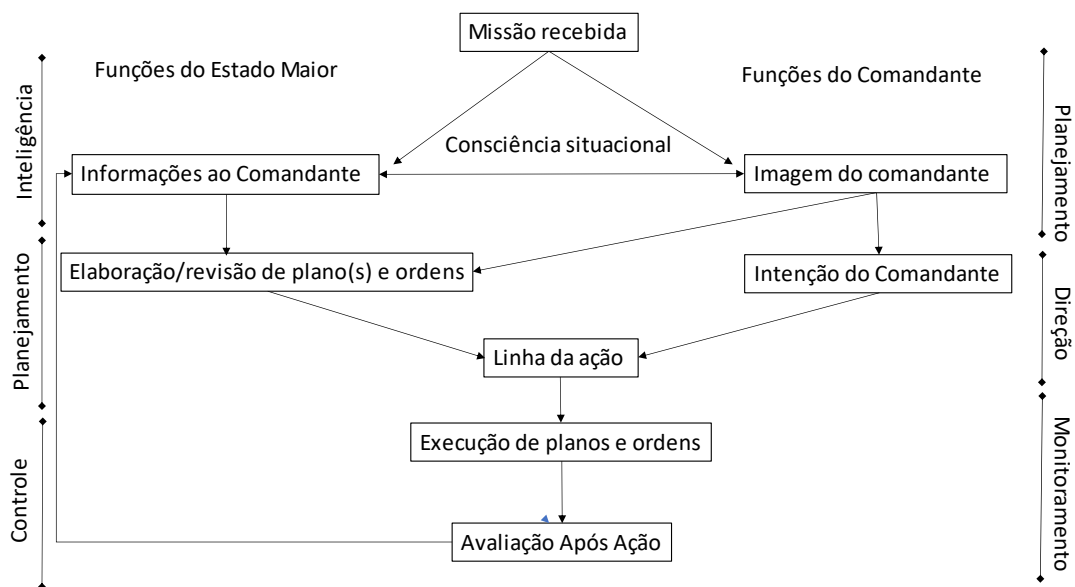


Figura 6: Fases e Divisão de Funções de C2 entre Comandante e Estado-Maior.

Comando e controle militar consiste em como gerar ordens e como garantir que essas sejam endereçadas adequadamente, precisamente e em tempo, assim como remediar caso uma situação inesperada surja. Como um Comandante escolhe planejar, dirigir, monitorar e controlar diante seu estado-maior e unidades subordinadas é sempre uma questão de escolha pessoal. Ainda assim, em geral, existe uma divisão principal de funções entre um comandante e seu estado maior. O principal papel do

comandante é controlar e dar foco ao sistema de tomada de decisão. O principal papel de um estado-maior é controlar o volume de trabalho do comandante e evitar que este seja sobrecarregado. A partir disso, é possível identificar e relacionar as funções específicas do Comandante e do Estado-maior conforme segue:

- Imagem do comandante: modelo mental do comandante do ambiente operacional e seus elementos contextuais como considerações militares, políticas e psicológicas. Não é simplesmente uma descrição. Inclui-se o entendimento do comandante sobre a história tática/estratégica da situação e as ações possíveis do inimigo. O significado de qualquer informação adquirida pelo comandante será processado por essa imagem e o valor de cada informação é determinado pela maneira como esta se ajusta à imagem;
- Consciência situacional: processo de compartilhamento e atualização da imagem do comandante. A primeira e principal atividade de um estado-maior envolve primordialmente o compartilhamento da imagem do comandante e se seu pessoal entende e apoia suas necessidades informacionais. Uma parcela significativa das trocas de comunicações no processo de C2 refere-se ao compartilhamento de imagens do comandante através de ordens que estabelecem a linha de ação desejado para cada unidade subordinada;
- Intenção do comandante: descreve o objetivo final desejado através de uma expressão concisa do propósito da operação. Pode incluir como a postura das unidades de estado final facilita a transição para operações futuras. Não é um sumário da linha de ação, pois ela repercute a interpretação da missão pelo comandante, o que implica em conhecimentos tácitos e explícitos e orientação de como o planejamento deve seguir. A intenção do comandante é o ímpeto inicial para todo o processo de planejamento pelo seu estado-maior;
- Elaboração/revisão de plano(s) da missão e ordens de recursos: trata-se da busca, seleção e/ou desenvolvimento de plano que se tem a expectativa de atender a missão. Nessa fase, também se gera as ordens de recursos que a missão irá demandar. Esse é um processo iterativo que se inicia pela atualização ou revisão da consciência situacional do comandante e seu compartilhamento pelo estado-maior.

As fases de comando também são distintas entre comandante e estado-maior. São elas:

1. O comandante dá início ao planejamento com o recebimento da missão, em que ele a avalia, juntamente com os recursos disponíveis, o ambiente operacional e o oponente, com subsídio de informações que seu Estado-maior processa e diligentemente apresenta ao passo de sua utilidade, necessidade e urgência.
2. Esse planejamento é repassado ao estado-maior com a definição da intenção do comandante para a missão. A partir de então, o papel do comandante é direcionar a efetividade da missão, mantendo a linha de ação até quando ele entender que o ambiente operacional mudou e é necessária adequação do plano promulgado;
3. Quando o plano e as ordens referentes a este são endereçados às unidades subordinadas, o papel do comandante passa ser de

monitoramento, principalmente em termos da construção das ordens de recursos que se entende que a missão irá demandar. Em geral, essa fase é conduzida sob controle do Estado-maior, preservando o Comandante salvo identificação de risco de comprometimento da missão;

4. Por fim, fica também a cargo de monitoramento do comandante e controle do estado-maior monitorar a obediência, isto é, como as unidades subordinadas estão cumprindo suas respectivas tarefas e ordens. Dependendo da severidade da perda de efetividade da missão, o Estado-maior se redireciona para a função de revisão do plano da missão e ordens de recursos.

Sobre os modos de fluxo de informações dentro da estrutura de C2

No contexto contemporâneo de guerra centrada em redes (GCR), o fluxo de informações se torna central para cumprimento das funções e fases de C2, bem como para interface entre escalões superiores e inferiores das operações. Essas informações apresentam diferentes tipos, origens e utilidades para cada parte e suas atividades.

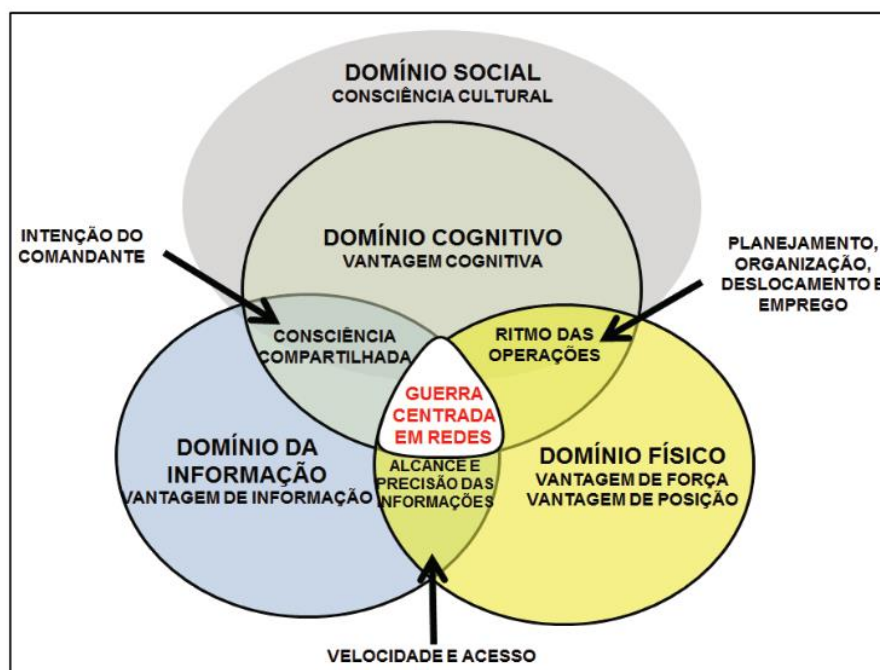


Fig 2-5 Domínios da GCR

Figura 7: Domínios da Guerra Centrada em Rede

Informação envolve conteúdo e fluxo. Esse fluxo não é, nem deve ser, sempre linear. Um modelo melhor de fluxo indica que a passagem de informação precisa ser interativa, principalmente porque o processo de planejamento de operação demanda que toda a troca de informações entre o comandante e seu estado-maior seja continuamente confirmada. Ainda assim, o fluxo de informações não pode perder de vista que a finalidade é apoiar o comandante na sua compreensão do ambiente operacional e orientação da linha de ação da missão. Quando a imagem do comandante é mal

assimilada, o comandante é alvo de informação inapropriada. Quando a intenção de comandante é ambígua, imprecisa ou incorretamente definida e interpretada, isso pode resultar em mais incerteza e levar ao compartilhamento de diferentes imagens do campo de batalha. Quando o estado-maior erra no foco e nível de detalhe da informação, ele pode levar ao comandante um subsídio inapropriado do informações. Tão inapropriado quanto informação incompleta é informação excessivamente detalhada que pode levar à sobrecarga do conteúdo suficiente para definição da linha de ação. Por fim, desencontros quanto ao momento e local de informação pode resultar em acesso a eventos em momento errado ou que se tornaram irrelevantes, criando lacunas importantes.

Portanto, deve-se enquadrar o fluxo de informações em razão de sua pertinência às fases e funções de C2. De acordo com essa proposta, existem três modos de troca de informações entre o comandante e seu estado-maior:

- Modo canalizado de informações: a transmissão de informação ocorre de acordo com uma configuração de fluxo previamente estabelecida. Esse modo é adequado para decisões que adicionam variáveis anteriormente conhecidas, mas é inadequado se há demanda conteúdo que não se conhece previamente, ou se a decisão do comandante adiciona variáveis igualmente desconhecidas. Mais especificamente, o modo canalizado é exercido quando se trata da atualização rotineira de uma imagem do comandante já compartilhada em que os surdinados conhecem as decisões e tarefas correspondentes - seja por doutrina, exercícios e familiaridade com o comandante - e pode ser adequada a sistemas digitais de comunicação;
- Modo de trocas de informações por alarmes: sinaliza a ocorrência de um ou mais eventos extraordinários, que leva à gestão por exceção em que se interrompe o fluxo normal do processo de C2. Alarmes precisam ser explicitados ao comandante e implicitamente adequados ao entendimento dos subordinados sobre a imagem do comandante. Esse modo pode levar à alteração na imagem do comandante, que pode ser mais ou menos revista e recompartilhada com seu estado-maior. Por isso, é um modo de transmissão de mais difícil automação por sistemas digitais, porque nem todas as contingências podem ser identificadas e programadas previamente;
- Modo de nódulos de informações: modo em que o Comandante acessa as informações por demanda e indagações em busca da adquirir a informação através de um curso de uma árvore de decisões hipotéticas. A informação é suprida para atender demandas específicas, que foram geradas de informações anteriores. Esse modo é de difícil padronização por ser dependente do contexto das situações, sendo impossível antecipar as informações que o comandante irá precisar. De outro lado, tendo em vista os limites de autoridade, recursos e foco, o comandante e seu estado-maior tenderão a explorar alguns nódulos de decisões hipotéticas com os quais possuem maior familiaridade.

Esses modos não são excludentes entre si, mas variam em termos de pressão temporal, nível de detalhe e grau de incerteza. Buscam adequar o tipo de informação e a compartilhamento da avaliação situação entre o comandante e seu estado-maior. Os modos de canalização e alarme se desenvolvem quando os comandantes não têm motivos para questionar sua imagem. O primeiro modo lida em geral com baixa pressão temporal e níveis de detalhe adequado a baixos níveis de incerteza, enquanto o segundo ocorre em situações de pressão temporal e alto nível de incerteza. Já o modo de nódulos envolve grande variação de pressão temporal e detalhe, e a natureza das trocas entre comandante e estado-maior poderá se focar em informação de menor incerteza.

Outra diferença se refere ao fluxo de informações. O modo canalizado empurra informação em um fluxo pré-determinado de um estoque fixo (e conhecido) de informações. No modo de alarme, se envia informação quando ela ocorre, seguindo gatilhos explícitos e implícitos de um universo maior de possibilidades. O modo de nódulos implica suprir informação apenas sob demanda explícita, retirado de um universo relativamente grande de dados.

Em termos de interatividade, o modo canalizado é linear desde a base até o topo da cadeia de comando: a informação é encaminhada quando disponível e reunida para ser entregue no momento e hora específicas. O modo de alarme também é linear da base para o topo, mas ocorre em resposta a gatilhos que são enviados do topo para a base. Apenas o modo de nódulos é interativo em tempo real em um fluxo horizontal entre comandante e estado-maior.

Quando se contrastam esses de modos de fluxo de informações com as funções e fases de C2, tem-se o seguinte resultado:

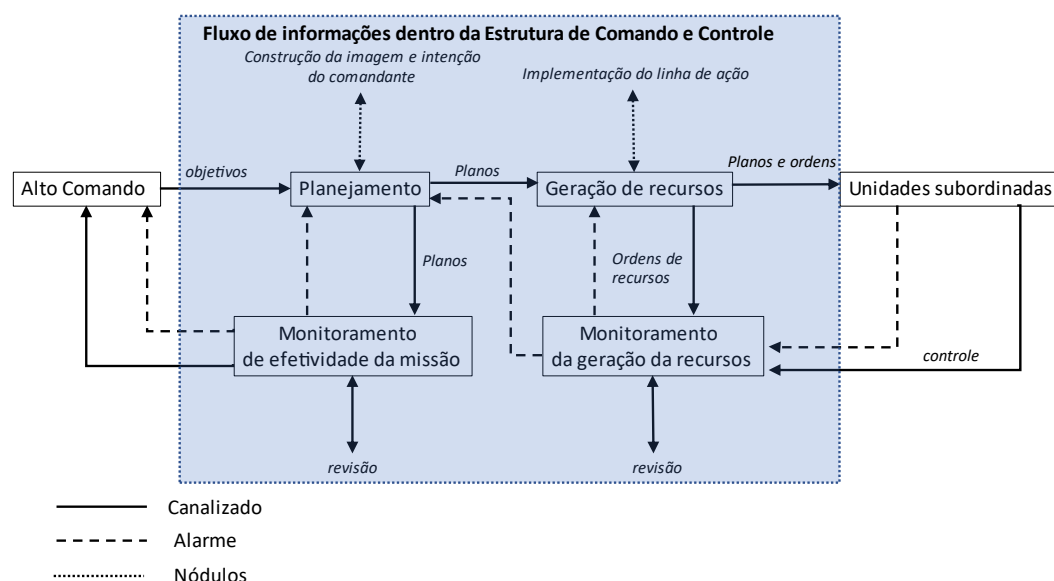


Figura 8: Modos de fluxo de informações dentro da Estrutura de Comando e Controle

O modo canalizado é adequado para trocas estruturadas de informações, ideal quando todo acervo de dados é conhecido antes e quando tempo é escasso. O estado-maior

pode antecipar qual informação é necessária, isolar os parâmetros relevantes, sintetizar e analisar novos dados e adequar sua apresentação para o comandante, através de briefings diários de atualização, por exemplo.

No entanto, um sistema de comando baseado unicamente em modo canalizado é inadequado por três circunstâncias. Primeiramente, quando informação crítica não é incluída, pois seu padrão pressupõe adição ordenada de informações conforme elas estão ordenadas/compactadas. A adição de informação crítica leva ao entupimento do fluxo de informações e a percepção de informação desnecessária. A segunda circunstância se dá quando é necessária mudança no fluxo de informações, por exemplo quando o comandante cria o gatilho que precisa de atualização da taxa de efetividade de unidades subordinadas quando elas reduzem abaixo de 70%. Em terceiro lugar, quando as variáveis de como se enquadrar uma informação que não são conhecidas previamente.

O modo de alarme é adequado para tratar de informação variável e nova. Esta surge e é encaminhada em sentido *bottom-up* e de maneira tempestiva. O elemento crítico e vulnerável desse modo de informação reside na identificação pelas unidades subordinadas e do estado-maior do que se trata de uma informação que requer uma apreciação imediata do comandante. Nesse sentido, esse modo de informação pressupõe que os subordinados compartilham da imagem do comandante e reconhecem quando uma informação pode afetá-la, bem como a linha de ação promulgada. A principal avaliação quando se acessa o modo de alarme é se ainda é possível retornar ao modo canalizado e preservar a imagem do comandante e a linha de ação, ou se é necessária revisão substantiva e acionar o modo de nódulos.

O modo de nódulos envolve um padrão de trocas de informação que não é orientado pelo sistema padronizado de informações, por isso é a menos sujeito a sistemas informatizados e mais dependente do aspecto social e cognitivo de uma estrutura de C2, pois se dá em situações orientadas pelo contexto. Geralmente, envolve um novo volume de informações que é difícil de ser comportado no modo canalizado e se desenvolve por meio de requisições de informações pelo comandante que não podem ser supridas automaticamente. Esse modo é acionado em duas principais circunstâncias. Primeiro, quando é necessária a construção de um novo plano distinto do estoque que uma unidade e seu comandante possuíam até então. Segundo, quando a imagem do comandante é quebrada por grave alteração do ambiente operacional ou perda severa de efetividade da missão e/ou das unidades subordinadas.

4. Análises

Caracterização da Estrutura de C2 do Cmd Art Ex

No contexto da atual doutrina do Exército, a maior unidade desdobrada em campo do Cmd Art Ex é o comando de um GMF como elemento a compor o Comando de Artilharia da Força Terrestre Componente (CAFTC)/ Artilharia do Corpo de Exército (ACEx). Um GMF é composto por Comando, Estado-maior, bateria de comando e três baterias de mísseis e foguetes. Já o Comando de Apoio de Fogo da FTC é composto por Comando, Estado-maior, bateria de comando, unidades e/ou subunidades de artilharia de campanha e busca de alvos. Assim sendo, um GMF poderia ser tanto a unidade enquadrada do CAFTC/ACEx, como ela poderia compor a Artilharia da FTC/C Ex, cedendo uma ou mais baterias. Importa frisar que o CAFTC/ACEx é um escalão de artilharia, que pode ser ativado e constituído modularmente para o apoio de fogo nas operações, enquadrando o emprego tático das unidades de artilharia e das artilharias divisionárias (ou Cmdo Art G Cmdo Op). O Comando de Artilharia do Exército é, portanto, um G Cmdo do EB que enquadra as unidades de mísseis e foguetes, não sendo um escalão de artilharia (BRASIL, 2018, p. 4)

As principais funções de uma estrutura de C2 desdobrada do Cmd Art Ex são:

- (1) busca dos alvos constantes no banco de alvos do Ministério da Defesa que contemplem a operação em curso. Importante frisar que a maioria dos alvos desse banco do MD, em princípio, serão estruturas estáticas de logística e de C2 do inimigo, não sendo necessariamente a realização da busca de alvos. Outros alvos do MD que são móveis (sensíveis ao tempo) estarão incluídos nessa atividade;
- (2) atualização dos dados constantes no banco de alvos;
- (3) levantamento preciso dos demais alvos de interesse da manobra do escalão considerado;
- (4) seleção dos alvos mais importantes e que necessariamente devem ser batidos pelo GMF ou Bateria;
- (5) estimativa de quantidade e tipo de foguetes e mísseis necessários para se conseguir os efeitos desejados nos alvos selecionados; e
- (6) incluir no Plano de Fogos de Artilharia (PFA) o emprego do GMF ou Bateria (CURCIO NETO et al, 2013, p. 42).

O Manual EB70-MC-10.346 de *Planejamento e Coordenação de Fogos* prevê que a FTC/C Ex recebe do Comando Conjunto (C Cj) a Lista Integrada e Priorizada de Alvos (LIPA) e que o Centro de Operações Táticas (COT) da CAFTC/ACEx desenvolve a Lista Priorizada de Alvos (LPA). De acordo com a missão, “podem ser incluídos elementos especializados no emprego de mísseis e foguetes”. De acordo com o *Manual Experimental de Artilharia de Longo Alcance* a **rota** do míssil de cruzeiro será definida pela articulação entre CC Op/FTC, em coordenação com a Força Aérea Componente (FAC) e Força Naval Componente (FNC) e respeito das Medidas de Coordenação e Controle do Espaço Aéreo e de Coordenação do Apoio de fogo (MCCEA e MCAF, respectivamente) que estão em vigor. O traçado da rota é também formulado pelo Elemento de Coordenação de Apoio de Fogo (ECAF-FTC/C Ex) e enviado ao GMF, que se torna responsável pela trajetória (*waypoints*). No entanto, questiona-se como um GMF será

capaz de cumprir essa tarefa se ele não possui meios orgânicos de análise de alvos e depende de seu escalão superior no TO ou do recebimento de recursos adicionais.

Entende-se que o atual arcabouço doutrinário do Exército prevê que apenas o Corpo de Exército contará com estrutura de C2 adequada para o emprego de míssil de cruzeiro - por conta do seu Estado-maior expandido e recursos imprescindíveis – não estando prevista tal estrutura em outras unidades do Exército. Neste sentido, destacam-se as seções de Planejamento (E5), Comando e Controle (E6) e Operações de Informações (E8), apontadas pelo Manual EB70-MC-10.244 *Corpo de Exército*. A primeira, além de propor ao Comandante (Cmt) o estado final desejado (EFD), colabora com o ECAF na elaboração a proposta de listas de alvos, matrizes de sincronização e jogos de guerra. A segunda coordenará a integração das redes que interligam o C2 do C Ex com os Comandos Operativos (C Op) e dos elementos subordinados, estabelecendo e gerenciando o banco de dados do C Ex. Por fim, a Seção de Operações de Informações sincroniza, integra e coordena as capacidades e recursos relacionados à informação.

Importante adicionar que tal estrutura de C2 do C Ex deve ser apoiada pelo Batalhão de Inteligência Militar (BIM) no estabelecimento de uma Central de Inteligência (Cent Intlg) e composição da Célula de Inteligência (Cel Intlg). Nesse sentido, o BIM é a principal OM do EB em capacidade operativa de Inteligência, Reconhecimento, Vigilância e Aquisição de Alvos (IRVA), busca de alvos e fusão e análise de dados, e sua devida articulação com a Bia BA em estruturação junto ao Cmd Art Ex.

Análise da Estrutura de Comando e Controle à luz das Implicações da Incorporação do Míssil de Cruzeiro

Quando se remetem as implicações da incorporação de míssil de cruzeiro a uma estrutura de C2, existem duas considerações principais a serem feitas. Primeira, a necessidade de encontrar equilíbrio entre o controle político dos ataques, principalmente contra alvos de alto valor, e o maior nível de delegação de aspectos operativos mesmo para emprego contra alvos operacionais. Decisões de autorização de ataque com mísseis de cruzeiro devem ser dadas pela mais elevada autoridade política. A segunda consiste na necessidade de reduzir número de responsabilidades do comandante operativo da missão e possibilidade de liberdade e foco para atuar; caso contrário existe o risco de redução da efetividade ou mesmo perda de oportunidade de bater um alvo. Por isso, evidencia-se a necessidade de variação de configuração de cadeia de comando dependendo do cenário e do tipo alvo, mas sempre contemplando os controles políticos dos ataques de alto valor e a maior delegação possível com relação a alvos operacionais.

Por outro lado, o emprego de mísseis de cruzeiro cobra grande pressão sobre o ciclo de inteligência, que provavelmente se manterá de alto nível por todo o período de operação. Haverá sempre pressão para se reduzirem os prazos de engajamento; a habilidade em caracterizar perfeitamente os alvos com extrema precisão, a necessidade de receber alertas em tempo quase real e a necessidade de detalhar os efeitos do ataque. Isso cobra ainda mais ênfase no acesso e tratamento de dados.

Quanto a este último ponto, além de recursos de coleta de informações, haverá a necessidade de complementá-la com dados de todo espectro (visual, áudio, sinais, coordenadas) e de várias fontes. Isso demanda recursos de tratamento de imagens para caracterização do alvo e seu ambiente do ponto de vista técnico, provimento de

informações de imagens a serem usadas pela unidade que alimenta o guiamento do míssil, conforme a assinatura electro-óptica, e, por fim, capacidade de mapear o ambiente do alvo e prover georreferenciamento para sua obtenção.

Mais especificamente, o emprego de mísseis de cruzeiro cobra a disponibilidade de sensores aerotransportados para reduzir o tempo de detecção e ataque, sendo isso apenas possível em situação de superioridade ou supremacia aérea, na ausência de sistema de defesa aérea ou camuflagem efetiva e contramedidas. Outro ponto a agregar veículos aéreos tripulados e não tripulados demandam infraestruturas de C2 próprias que não podem estar subordinadas ao comando operativo da missão de lançamento de mísseis para evitar sobrecarga deste. Além disso e resgatando o ponto sobre acesso e tratamento de dados, a disponibilidade de satélites com capacidade de reconhecimento de imagens demanda um tipo de processamento disponível apenas a um grupo bastante restrito de especialistas. Ademais, no caso de artilharia de mísseis, torna-se muito mais sensível a disponibilidade de recurso de inteligência de sinais para interceptação de transmissões de rádio e fluxo de dados do alvo e seu ambiente operacional – a exemplo das características do sistema de defesa aérea, radar e controle de tiro, bem como monitoramento de presença civil.

Por fim, a complexidade e tempestividade desses vários tipos de sensores tornam intransponível o uso de Forças Especiais para coleta de informações. Tal uso será para acesso junto à população local, por meio de espiões e outras fontes de inteligência humana para avaliação dos contornos políticos e estratégicos, mas mesmo para monitoramento dos alvos e avaliação qualificada dos efeitos causados pelo abatimento de alvos com mísseis.

Portanto, o processo de obtenção de alvos, elaboração e execução de uma missão poderá ser longo e trabalhoso, sem garantias de ser reutilizado em caso de alteração ou nova missão. Por conta disso, importa especificar atributos específicos do ciclo de funções de C2 em missões de emprego de mísseis de cruzeiro, conforme ilustra o quadro a seguir.

Recebimento da missão	Planejamento	Linha de ação e avaliação	Tipo de informação requeridas	Decisões a serem tomadas
Dados do alvo (assinaturas, posição, nível de proteção etc.)	Atualização de catálogo de alvos (não limitado a dados de observação aérea/espacial)	Avaliação de efeitos	Velocidade, alcance e tempo de voo	Avaliação de custo-efetividade de alternativas de abate de alvos
Ambiente do alvo (sistema de defesa ao longo do curso do míssil, defesas do alvo, ambiente físico imediato)	Desenhos de caminhos de acesso possíveis (3D, mapeamento, imagem digital, dados de GPS)	(Re)Programação de voo	Penetração (velocidade, contramedidas, altitude, etc.)	Desdobramento de recursos adicionais (forças especiais)
Acionamento e proteção de redes de comunicações (com unidades, decisores políticos, entre plataformas de lançamento)	Atualização de catálogo de defesas superfície-ar do oponente	Desempenho das plataformas lançadoras	Precisão e perfil de voo	Desdobramento de recursos de cibersegurança e guerra eletrônica
Configuração do circuito de C2	Detalhamento de ambiente operacional e contexto estratégico (áreas e países vizinhos ao TO)	Situação do arsenal – disponibilidade de salvos	Zona de espera do alvo	Expansão/adequação do suporte logístico

Coordenação com outras forças, recursos e operações	Análise de riscos	Monitoramento de alvos e distribuição de dados de C2	Implicações políticas, danos colaterais	Gatilhos de suspensão da missão
---	-------------------	--	---	---------------------------------

Quadro 2 - Fases e Funções de C2 de Mísseis de Cruzeiro

O emprego de mísseis de cruzeiro implica em elementos e atributos específicos das funções de C2, a saber:

1. Recebimento de inteligência sobre alvos de interesse da missão e consciência situacional, composta por três elementos:
 - i. eventos político-estratégicos que são gatilho para emprego de misseis;
 - ii. considerações 'pré-alerta' de planejamento;
 - iii. informação ou dados sobre a capacidade de ataque profundo (efetividade esperada do emprego dos misseis). Aqui envolve o contexto de uma crise ou conflito contra um oponente que possui capacidades não convencionais e de destruição em massa, ou de antiacesso;
2. Ciclos de inteligência e planejamento: uma vez que o processamento de dados referentes ao alvo ou grupo de alvos é distinto de outros tipos de artilharias, pois requer dados técnicos do alvo como assinaturas de imagem (2D ou 3D), dados sobre o ambiente do alvo (geográfico, topográfico aplicados a forma digital, proteção e defesa, riscos colaterais) e, por fim, dados sobre rota e trânsito do míssil (modelos e cenários);
3. Linha de ação e avaliação: escolha dos recursos mais adequados (cabeça de guerra, plataformas de lançamento, pontos de lançamento), decisão e ordens de engajamento, reengajamento e cancelamento, avaliação de efeitos, avaliação de dano de batalha e monitoramento de alvos;
4. Medidas de coordenação operativa com demais forças singulares e amigas: seja quando a execução de uma missão demande o emprego do míssil como esforço principal, seja, principalmente, quando o emprego de um ou mais mísseis abra ou condicione uma missão maior ou operação. Ou seja, quanto mais intensivo e continuado for o emprego de mísseis de cruzeiro, maior será a necessidade de interoperabilidade.

O atendimento às fases e funções de comando e controle demandará configurações diferentes, conforme o tipo e cenário de missão e as necessidades e disponibilidades de recursos. Isto se deve, principalmente, porque o ciclo de tomada de decisão entre unidades de coleta de dados e as unidades operativas deve ser o mais curto possível. Ademais, pode não ser necessário ou desejável a configuração plena de uma estrutura de comando e controle para emprego do míssil de cruzeiro, especialmente tendo em vista os seguintes desafios:

- A configuração de um sistema de comunicações servido por vários níveis de banda, de maneira que o fluxo de dados não seja lento ou atrasado. O emprego de míssil de cruzeiro, conforme mencionado anteriormente, demanda o aumento em volume e diversidade de dados. No caso de uma plena configuração de C2, será necessário facilitar/acelerar o processamento e distribuição de inteligência que, por sua vez, cobrará

maior concentração de recursos de contrainteligência, guerra eletrônica e segurança de comunicações;

- O desdobramento de mais plataformas lançadoras, remeterá a um fluxo contínuo de informações e, portanto, na configuração de um ciclo de inteligência mais responsivo. Em sua configuração plena, será necessário garantir a continuidade de coleta complementar de inteligência e favorecer a coleta por meio de recursos próximos ao alvo;
- Capacidade de ser confiável em todas as circunstâncias e de operar em ambientes complexos (ações de negação de área, contramedidas eletrônicas). Considerando principalmente os alvos de grande valor político, há demanda adicional pela opção de reprogramar ou cancelar o ataque. Em uma configuração plena, serão necessários retransmissores e redes redundantes de comunicação;
- Capacidade de estruturar enlaces com os principais comandos operativos, agências envolvidas e as autoridades políticas, ademais de alto grau de interoperabilidade com recursos de C2 de outras forças, especialmente forças especiais. Outro ponto desejável seria o compartilhamento amplo de dados, além do apoio aos níveis mais elevados de tomada de decisão. Em uma configuração plena, será necessário alcançar fusão usável de dados processados com níveis variados de precisão, de maneira a adequá-los a toda gama de usos finais do míssil.

Grosso modo, dependendo do tipo de missão e ambiente operacional, será necessária a configuração de dois ciclos dentro da estrutura de C2, sendo o primeiro de decisão político-estratégica, e o segundo, de coleta, processamento e distribuição de inteligência funcionando de maneira paralela. Por isso, no caso de cenários de emprego em ambiente operacional menos incerto e mais controlado, será importante preservar os recursos de inteligência, inclusive do monitoramento de potenciais oponentes aos quais se endereçam a missão ou manobra.

Caracterização da Estrutura de Comando e Controle de Operações Conjuntas

A estrutura de C2 em Operações Conjuntas é regida pela Doutrina de Operações Conjuntas, *MD30-M-01*, do Estado-Maior Conjunto das Forças Armadas (EMCFA). Essa estrutura somente é ativada em Estado de Crise ou de Conflito Armado, segundo demanda imposta pelo Presidente da República e expressa em documentos normativos próprios, tais como a Diretriz Presidencial de Emprego de Defesa (DPED), a Diretriz Ministerial de Emprego de Defesa (DMED) e a Diretriz de Planejamento Estratégico Militar (DPEM).

Caracterizadas em doutrina pelo emprego coordenado de elementos provenientes de mais de uma força singular, as Operações conjuntas (Op Cj) demandam uma estrutura de C2 mais complexa, porém que vise à maximização da eficiência por meio da sinergia entre seus elementos componentes. Sendo a estrutura de C2 entendida como a estrutura de gestão, planejamento, preparo e emprego das forças, compreendendo os níveis estratégico, operacional e tático, apresentam-se as seguintes considerações:

- (1) O Estado-Maior Conjunto das Forças Armadas (EMCFA), entre suas incumbências, é responsável pelo preparo, enquanto os Comandos Conjuntos (CCjs), são responsáveis pelo emprego, sendo apenas dois os CCjs permanentemente ativados: Comando de Operações Aeroespaciais (COMAE) e Comando de Defesa Cibernética (ComDCiber);
- (2) Apesar de ser responsável pelo preparo das Forças Singulares (FS), o EMCFA também tem como incumbência a criação da doutrina de emprego, remontando à imprescindível conexão entre os níveis anteriormente mencionados;
- (3) O Processo de Planejamento Estratégico Conjunto (PPEC), conduzido no nível estratégico, é o responsável pela construção da Consciência Situacional do Ministério da Defesa (MD), além da determinação da Estratégia Nacional, em linhas gerais, e o enquadramento do problema militar nas hipóteses de emprego, previamente determinadas pela Estratégia Militar de Defesa. Nessa ocasião, o nível estratégico traduz o EFD político em problema militar, e conforma o emprego dessa expressão do poder nacional para o atingimento dos objetivos políticos outrora definidos. Com a consecução do Plano Estratégico de Emprego Conjunto das Forças Armadas (PEECFA), o planejamento é entregue, de maneira canalizada, para o nível operacional, cuja estrutura por ele foi definida. O planejamento e a condução das Op Cj emergem do nível estratégico, porém apresentam maior grau de autonomia e, portanto, menor grau de integração entre forças no nível tático, posto que cada Força Componente (FC) é responsável pelo seu próprio planejamento neste nível;
- (4) Nestes sentido, coexistem, para além das diferentes incumbências características de cada nível da estrutura de C2, diferentes níveis de autonomia em termos de planejamento operacional, o qual privilegia o encadeamento lógico e faseado do emprego dos diversos domínios e das potencialidades da ação militar. O planejamento harmoniza e concatena a lógica da ação militar em fases e pontos de decisão, a partir das Linhas de Ação propostas, mensura o progresso da campanha militar e volta toda a expressão bélica para centros de gravidade do oponente, com vistas ao atingimento do EFD militar.
- (5) Quanto à Estrutura do Comando Operacional Conjunto, o Comandante Operacional tem toda a flexibilidade e competência para determinar as Forças Componentes ou Conjuntas, tendo por base a situação a ser enfrentada, a evolução do conflito, bem como a extensão da área sob sua responsabilidade. A Doutrina de Operações Conjuntas, ao aludir essa flexibilidade, reflete também a evolução histórica no emprego do poder militar: permite a organização do nível tático em FCs, a partir da mesma denominação das FS, isto é, em FC Naval, Terrestre e Aérea ou em Forças Conjuntas. Ademais, assomam-se às FCs as divisões relativas aos domínios de emprego, aos imperativos tecnológicos ou até mesmo às missões que as delineiam, a exemplo do Comando Logístico Componente (C Log Cte), da Força Conjunta de Operações Especiais Componente (F Cj Op Esp Cte) e da Força Conjunta de Guerra Cibernética Componente (F Cj G Ciber Cte) de forma mais específica, e assim por diante. Quanto a este ponto em especial, considera-se adicionalmente que:
 - (i) A diferenciação entre as FCs ou F Cjs, em nível tático, denota não só uma especialização da missão, ou divisão em domínios diferentes, mas sua estrutura interna de C2, impactando na decisão de tempos, movimentos e meios empregados para engajar os alvos possíveis, bem como na imposição

de diferentes ritmos de batalha para as diversas áreas do emprego do poder militar.

(ii) As estruturas de C2, que, *a priori* são determinadas pela doutrina como seções típicas de Estado-Maior, especializadas por tema, também são objeto de customização - enquanto a doutrina da FTC e da FNC se conformam a essa estrutura, a Força Aérea Componente (FAC) é regida por estrutura diferente, em divisões delimitadas pelo tempo de atuação (DIVPLAN, para o planejamento das próximas 72 horas; DIVPROG, para ações executadas nas 24 horas subsequentes; DIVOC, para as ações em curso; todas previstas pelo Manual de Planejamento e Condução de Operações Aéreas – MPCOA).

(iii) O elo entre as FCs se dá por meio das ordens conjuntas, ademais da atuação de Oficiais de Ligação (O Lig).

Análise da estrutura de Comando e Controle de Operações Conjuntas considerando a Incorporação do Míssil de Cruzeiro

A compreensão sobre as potencialidades do emprego de mísseis de cruzeiro, bem como as suas limitações, circunscreve a tomada de decisão, na medida em que amplia ou restringe o espectro de soluções do poder militar em apoio à política externa, sobretudo durante a fase de crise. Dentro da lógica da dissuasão convencional, o assessoramento sobre a capacidade, desdobramento e efetividade do emprego de mísseis de cruzeiro possibilita a alteração dos cálculos de custo-benefício do inimigo em prol da manutenção ou concessão do objetivo político disputado.

Tendo em vista as questões apresentadas na seção anterior e o emprego do míssil de cruzeiro, ressaltam-se alguns pontos-chave de caráter geral e de processo decisório nos níveis estratégico e operacional:

- (1) a intenção do Comandante, ao determinar ajustes e escolher linhas de ação;
- (2) a adjudicação e orientação dos meios em FCs;
- (3) o processo decisório de controle da ação planejada, em especial na escolha de alvos.

Adicionalmente, identificam-se algumas considerações específicas no que se refere ao emprego do míssil e suas implicações na estrutura de C2 de Op Cjs:

- (1) Ao mesmo passo em que existe uma redução do custo de transação na manutenção permanente de apenas dois CCJs, ativando outros em caráter temporário, existe a imposição de custos organizacionais. O principal deles é a restrição de oportunidades de atuação conjunta das FS mediante estruturas de comando fixas, o que poderia induzir a maior número de atividades in loco e, consequentemente, oportunidades de aprimoramento na condução de operações. As implicações específicas para o Cmd Art Ex se dão na transposição do conhecimento adquirido no Centro de Instrução (CI) para o plano prático, que prescinde da atuação em conjunto com outras forças na Hipótese de Emprego (HE) do míssil;
- (2) Para processo de elaboração da doutrina para emprego de mísseis por parte do EMCFA, convém destacar o conhecimento das implicações referentes a este emprego em todos os níveis - estratégico, operacional e tático - bem como a disseminação do conhecimento a respeito do tema, cobrando coordenação também neste sentido;

- (3) Necessidade de promover maior interoperabilidade entre as F Cjs, especialmente em termos de planejamento, processos e ciclos de C2, aprofundando a coordenação especialmente nos níveis operacional e tático;
- (4) É importante que o arcabouço doutrinário de operações conjuntas considere que, por se tratar de emprego estratégico, o emprego do míssil obedecerá a lógica diferente do emprego de foguetes, pressupondo uma cadeia de comando distinta. Isso implica em qualificações e ajustes em nível de planejamentos estratégico e operacional.

No nível de planejamento estratégico, durante o exame de situação estratégica, a análise estratégica da área do conflito (passo 2) e a previsão de estimativa inicial de meios (passo 4) necessitam de conhecimento mais específico do emprego de mísseis de cruzeiro, tanto para avaliação do oponente, quando dispor dessa tecnologia, quanto para correta compreensão das opções estratégicas militares, incorporando o míssil de cruzeiro na solução do problema militar, com base na Doutrina de Operações Conjuntas. Essas fases devem ser destacadas porque impactam profundamente na definição da área de atuação, alvos, rota e trajetória de emprego desse meio. Na Análise Estratégica, são concebidas as estruturas dos Comandos Operacionais a serem ativados, bem como é procedida a delimitação das áreas de responsabilidade e limites territoriais de cada um. O raio de atuação de um GMF ou uma Bia MF dotados de mísseis de cruzeiro, bem como seus imperativos logísticos, pode determinar os limites territoriais de cada um dos Comandos Operacionais – em especial a delimitação de um Teatro de Operações ou Área de Operações, bem como quais são as missões a eles atribuídas. Já na Estimativa Inicial de Meios, todo o potencial do emprego de mísseis de cruzeiro deve ser considerado, bem como seu cotejamento com os objetivos estratégicos, considerando seu emprego circunscrito a esses, bem como a potencialidade de emprego para apoio das forças de superfície, em suas tarefas básicas e capacidades militares.

A não compreensão das potencialidades do emprego de mísseis de cruzeiro podem resultar em duas circunstâncias especiais, a saber:

1. o superdimensionamento de suas capacidades, relegando a essa tecnologia a solução de diversos problemas de natureza militar, pode subdimensionar o emprego das demais componentes do poder militar, levando a uma solução ineficaz por parte do nível operacional;
2. a subestimação de suas capacidades pode levar a um esforço desproporcional das demais componentes e domínios militares, diminuindo a efetividade da operação e não explorando o potencial máximo que o míssil de cruzeiro oferece.

Portanto, ressalta-se novamente a importância de militares com conhecimento especializado sobre a tecnologia durante a consecução do planejamento de nível estratégico, para maximização da eficiência de conjugação dos diversos domínios e potencialidades do emprego do poder militar para o atingimento do EFD.

Outros pontos que convém destacar são que a estrutura de Controle da Operação Planejada, pelo nível Estratégico, é endereçada de maneira limitada pela Doutrina de Operações Conjuntas. Tal estrutura tem por base acompanhamento e possíveis intervenções no nível operacional, cujo processo decisório não está delineado. Ainda, a Estrutura Militar de Defesa contempla a subordinação dos Comandos Operacionais direta ao Comandante Supremo, estando somente ligada maneira estruturada ao Ministro da Defesa e ao EMCFA. Considerando os objetivos estratégicos

e o emprego de mísseis de cruzeiro, tal estrutura de C2 apresenta pontos de atenção, tais como o baixo nível de controle do nível estratégico das ações com esse tipo de tecnologia, empreendidas pelo nível operacional, bem como a especialização do nível operacional limitando o emprego da tecnologia para atingimento de objetivos circunscritos a este nível apenas, afetando diretamente o emprego do míssil para o atingimento de objetivos estratégicos.

Quanto a esta última consideração, ressalta-se que o emprego do míssil de cruzeiro para o atingimento de objetivos estratégicos pode contribuir substantivamente para o atingimento do EFD político dadas as características do vetor, como seu raio de alcance, aliado a sua precisão e características de penetrabilidade, tornando possível desde o atingimento de alvos em maior profundidade dentro do TO – até mesmo além das linhas inimigas – até o maior acesso às vulnerabilidades críticas dos Centros de Gravidade do oponente, sejam eles estratégicos ou operacionais. Neste sentido, a ausência de uma estrutura de C2 que privilegie ao nível estratégico interferir no emprego de mísseis de cruzeiro pode relegar tal emprego a um imperativo operacional ou tático, resultando nas circunstâncias de não compreensão da potencialidade do vetor mencionadas anteriormente.

Por fim, o míssil de cruzeiro é um meio de difícil obtenção, cujo emprego ocasional terá grande efeito psicológico e político, demandando acompanhamento e estudo de atuais e potenciais agressores a fim de elaboração contramedidas. Por isso, visando efetividade, toda estrutura de comando e controle dedicada a esse meio deve garantir alvos que **apenas** ele possa atingir e impedir seu uso contra alvos que possam ser batidos por outros meios.

5. Recomendações

As recomendações a seguir estão listadas iniciando-se por aquelas cujas implicações são mais internas ao Comando de Artilharia de Exército para aquelas que envolvem os seus escalões superiores.

Recomendação 1: concepção de diferentes configurações de comando e controle do Comando Operativo de GMF e Bia MF enquadrado no emprego de míssil de cruzeiro, em correspondência ao tipo de missão em termos de ambiente operacional e recursos necessários.

		Comando	Controle	Fluxo de informações
C2 tipo 1	Exercícios; manobras com baixa possibilidade de lançamento de apoio a política externa	Ambiente de limitada incerteza, mas de alto valor político e estratégico: comando estratégico-operativo centralizado unificado	Desdobramento limitado de recursos. Controle funcional moderadamente diferenciado	Alta possibilidade de comando por modo canalizado de informações, mas sujeito a alertas
C2 tipo 2	Manobras em situações de crise: manobra de ameaça contra <i>fait accompli</i> ; engajamento contra <i>fait accompli</i> realizado; manobra de punição ou retaliação	Ambiente de alta incerteza: necessidade de um comando político-estratégico centralizado e um comando operativo descentralizado	Desdobramento amplo e dedicado de recursos: necessidade de alta diferenciação funcional de controle	Baixa possibilidade de comando por modo canalizado de informações. Será constantemente por núdulos e sujeito a alertas.

C2 tipo 3	Manobras em situações de guerra, composição de força componente	Ambiente de alta incerteza: necessidade de um comando político-estratégico centralizado e um comando operativo moderadamente descentralizado	Desdobramento amplo, mas compartilhado de recursos: diferenciação funcional moderada de controle	Fluxo complexo de informações por todos os tipos de modos.
------------------	---	--	--	--

O emprego de míssil de cruzeiro cobra que suas unidades operativas sempre atuem sob duas cadeias de comando e controle, sendo uma delas sempre centralizada da autoridade política e estratégica do TO. Porém, seus requisitos de inteligência e desdobramento de plataformas de apoio (aviação, SARPs, forças especiais, defesa antiaérea, etc.) demandam, para que se tenha condições de seu emprego efetivo, uma segunda cadeia de comando e controle operativo proativa, com um ciclo próprio de planejamento. Isto resulta em um segundo ciclo de intensidade variável, com emprego dependente da clareza do cenário, bem como do grau de incerteza do ambiente operacional.

O grau de incerteza será sempre, pelo menos, moderado no caso de exercícios e manobras explícitas de manifestação de força e alto no caso de manobras em situação de guerra. Mas ele será elevadíssimo quando desdobrado como recurso estratégico de dissuasão por negação ou retaliação contra uma agressão estrangeira em andamento ou consumada. Esses cenários de crise e apoio à política externa poderão ser mais incertos e de maior risco que em situações de guerra por envolverem maior grau de sensibilidades políticas e incertezas estratégicas. Isso cobra que se reduza o número de plataformas lançadoras sob um mesmo comandante operativo, de maneira a lhe prover condições de direcionar o processo decisório relacionado à preparação da missão e estar a postos de autoridade política/estratégica.

Particularmente em tempos de paz e crise, o desdobramento de um GMF ou Bia MF dotadas de míssil de cruzeiro compreenderá um número muito mais reduzido de subunidades e seções subordinadas do que o emprego de foguetes, assim como um ambiente operativo multidimensional de várias centenas de quilômetros quadrados e o envolvimento de recursos de alta sofisticação tecnológica.

Por conta disso, o emprego de mísseis de cruzeiro cobra, necessariamente, a diferenciação funcional no controle de recursos. Isso quer dizer que é pouco provável que o Comandante Operativo de uma missão de emprego de míssil de cruzeiro terá condições de tomar decisões sobre as ordens de recursos de inteligência, guerra eletrônica, defesa antiaérea, disponibilidades de suprimentos, etc. A complexidade das várias plataformas de equipamentos necessárias impede que um comandante tenha proficiência e condições de decidir sobre todos os recursos envolvidos. Isso se tornará especialmente verdade quando o GMF ou Bia MF receberem recursos dedicados por serem a principal unidades/unidade de uma operação, no caso de uma situação de crise. No caso de situações de guerra e montagem de toda constelação de escalões, o GMF e Bia MF irão compartilhar recursos da força componente, podendo assumir uma configuração com uma diferenciação mais moderada de controle.

Recomendação 2: necessidade de revisão do arcabouço doutrinário do Exército Brasileiro para considerável simplificação do processo de tomada de decisão e dedicação de recursos de comando e controle para emprego de míssil de cruzeiro.

A análise do material doutrinário de C Ex e FTC, artilharia de longo alcance e planejamento de fogos indica que a estrutura de C2 para emprego de míssil de cruzeiro

é longa e ambígua. Por um lado, o enlace entre ECAF, ECEA e COT da FTC e o Comando Operativo do emprego do míssil – apontando como sendo um GMF - é longo e pouco claro, particularmente quanto a possibilidade de se contar com os recursos de inteligência e tratamento de dados necessários para o tipo de alvos que se emprega mísseis de cruzeiro. Outros pontos que merecem melhor definição é quem decide sobre os alvos de míssil de cruzeiro, assim como um ciclo de planejamento dedicado. Na atual orientação doutrinária, esses alvos parecem estar incluídos nas listas de alvos gerais de apoio de fogo, mesmo sendo notório que o emprego de míssil de cruzeiro não deva ser incluído nessa categoria. Nesse sentido, o valor estratégico do míssil de cruzeiro e a complexidade de seu planejamento parecem estar marginais diante da estrutura de C2 de C Ex, uma vez que sua decisão e orientação de emprego são delegadas a ACEx sem qualquer consideração entre as operações de Corpo de Exército (capítulo V do Manual EB70-MC-10.244).

Essa revisão é fundamentada ainda no fato que todo o processo decisório descrito no atual arcabouço doutrinário definiria apenas os alvos e a rota (corredor) do míssil, sendo que todo o tratamento de sua trajetória ficaria a cargo do Comando de um GMF, sem necessariamente contar com os recursos de C2 do C Ex. Nesse sentido, é necessário que no planejamento de emprego de míssil de cruzeiro, o Comando Operativo da missão conte com apoio dedicado de E5, E6 e E8 do C Ex.

Recomendação 3: desenvolvimento de uma Central de Fusão de Dados, amparada em um sistema especialista digitalizado para apoio das ECAF e COT da FTC/C Ex e da ACEx para planejamento de alvos e direção de voo do míssil de cruzeiro.³

É previsto que o ECAF da FTC/C Ex seja responsável pelo Plano Provisório de Apoio de Artilharia de todos os meios disponíveis pelo CAFTC/ACEx, bem como – no caso do míssil de cruzeiro – pelo traçado da rota, bem como os calcos de Medidas de Coordenação do Espaço Aéreo CEA e Medidas Coordenação Apoio de Fogo em coordenação com a FAC. Já o COT da FTC/C Ex tem a função de elaboração do Plano de Fogos de Artilharia de tubos, foguetes e misseis, além do plano operativo da Bateria de Busca de Alvos (Bia BA).

No entanto, a Bia BA em desenvolvimento não contará com meios para buscar alvos para o míssil de cruzeiro, mas o COT receberá da CC Op FTC/C Ex dados e alvos levantados com demais meios dedicados e compartilhados com a FTC/C Ex por outras Forças Componentes e agências do Sistema de Defesa Brasileiro. Isso implica que o COT da CAFTC/ACEx será obrigado a fazer a fusão e análise de dados de diferentes agências e fontes e, por isso, desenvolver e incorporar TTPs adequados ao processamento de imagens e sinais necessários para detalhamento de alvos para míssil de cruzeiro. Isso implica no acesso a:

- Recursos de tratamento de imagens para caracterização do alvo e seu ambiente do ponto de vista técnico, provendo informações de imagens a ser usada pela unidade que alimenta o guiamento do míssil, segundo sua assinatura electro-óptica, bem como a capacidade de mapear o ambiente do alvo e prover georreferenciamento para obtenção do alvo;

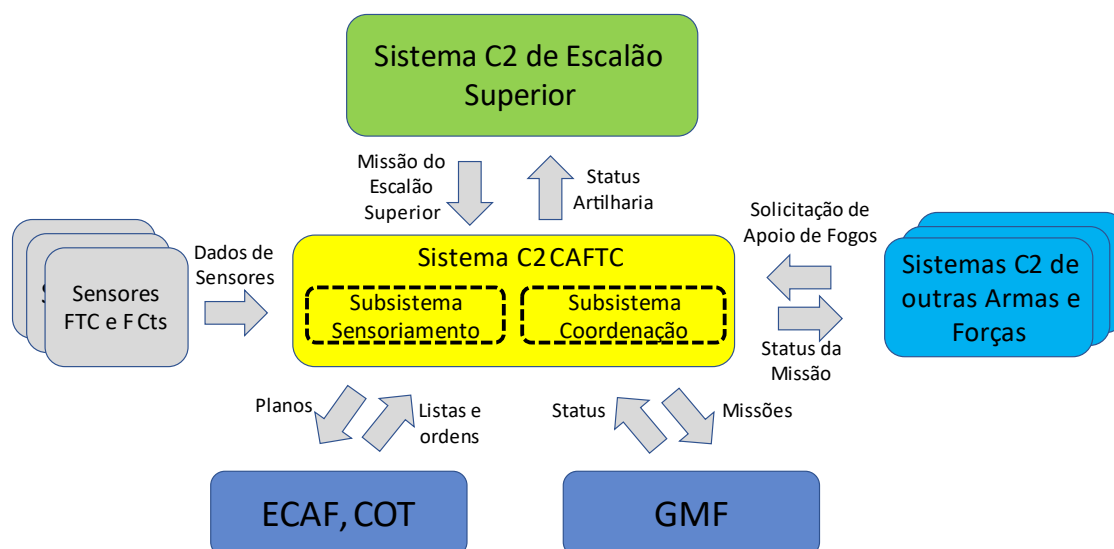
³ O conceito de fusão de dados foi introduzido no início da década de 70 em pesquisas médicas destinadas à produção de diagnósticos via métodos computacionais, assim como no campo militar em estudos para identificação de alvos (aéreos, terrestres, aquáticos). Desde então, o problema da fusão de dados esteve relacionado à necessidade de se combinar dados precisos (natureza binária) e imprecisos (nebulosos), que apresentem diversos graus de incerteza (Antony, 1995).

- Sensores aerotransportados para reduzir o tempo de detecção e ataque, demandando presença quase que permanente de recursos aéreos na zona de combate, o que seria apenas possível na ausência de sistema de defesa aérea ou camuflagem efetiva e contramedidas. ARPs também demandam uma infraestrutura de C2 própria;
- Recursos de inteligência de sinais a partir da interceptação de transmissões de rádio e fluxo de dados do alvo e seu ambiente, os quais podem ser úteis para caracterizar sistema de defesa aérea, radar e controle de tiro, bem como para monitorar presença de civil;
- Inteligência da coleta de maneira contínua, por meio de recursos próximos ao alvo.

Entende-se que o simples enlace de um O Lig especialista em mísseis e foguetes no ECAF da FTC/C Ex não será suficiente para qualificar as atividades de planejamento de alvos e emprego do míssil de cruzeiro em meio aos demais meios que podem estar concentrados e sob o CAFTC. Ademais, é pouco claro se o apoio dedicado do BIM ao FTC/C Ex proverá também recursos suplementares no apoio do ECAF e COT da CAFTC/ACEX. Por fim, essas atividades são impossíveis de serem realizadas e coordenadas entre si e com o GMF ou Bia MF sem a digitalização de todo o processo e devidamente integradas ao C2 Combate.

Nesse sentido, é necessário o desenvolvimento de uma Central de Fusão de Dados no âmbito da FTC/C Ex para emprego do míssil de cruzeiro. Recomenda-se que esse sistema tenha uma dimensão organizacional baseada em recursos humanos especializados do Cmd Art Ex e BIM de maneira a subsidiar e apoiar os enlaces da cadeia de comando entre Comando do TO, FTC (ECAF e COT) e comando operativo em toda situação que envolva o míssil de cruzeiro. Sua função é reduzir o tempo de coordenação para processamento dos vários tipos de planos e medidas necessários para emprego desse meio, bem com contar com autoridade para acessar os recursos de busca de alvos da FTC, aqueles compartilhados pelas demais Forças Componentes, processar a pletora de dados necessários e informar os escalões mencionados em níveis de alerta, priorização de alvos, pré-posicionamentos de Bia MF e solicitação e coordenação com demais FCs.

Uma segunda dimensão dessa Central é seu apoio por um Sistema Especializado digitalizado para o CAFTC/ACEX direcionar e controlar o emprego do míssil de cruzeiro. Esse sistema poderia ter como base não apenas a atualização do Sistema de Gerenciamento de Campo de Batalha (SGCB) do SIS-ASTROS para emprego do míssil de cruzeiro, bem como sua integração com o Sistema C2 do Escalão Superior. Entretanto, aponta-se que o simples desenvolvimento de sistemas e aplicativos de comando e controle sem a concepção prévia da estrutura de comando e controle de mísseis de cruzeiro que lhe servirá, apenas agravará os riscos de seu emprego.



Nesse sentido, recomenda-se a organização de uma equipe multidisciplinar de pesquisa. Registra-se como uma possibilidade o convênio entre o Exército e a UFRGS no “Sistemas de Sistemas de Comando e Controle (S2C2)”. Mas se recomenda especialmente a verificação dos avanços em Supercomputação e Inteligência Aplicada à Defesa desenvolvidos pelo Centro Integrado de Manufatura e Tecnologia do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial da Bahia (SENAI CIMATEC).

Recomendação 4: revisão dos procedimentos do Ministério da Defesa para consideração do míssil de cruzeiro no processo de tomada de decisão de operações conjuntas.

É necessária revisão que contemple as características do míssil de cruzeiro nas estruturas de comando e controle que realizam o planejamento em nível estratégico e operacional de operações conjuntas. No nível estratégico, é necessário ajustes para que o míssil de cruzeiro seja incluído, no âmbito do MD, nas fases de análise estratégica da área do conflito (passo 2) e a previsão de estimativa inicial de meios (passo 4). A simples inclusão de alvos para o míssil de cruzeiro na lista de alvos do MD não é suficiente para atender essa lacuna.

Quanto ao planejamento no nível operacional, cabem algumas considerações. A primeira é que convém frisar que o emprego do míssil de cruzeiro não está explícito na primeira fase do Planejamento Operacional, ou seja, na emissão da Diretriz de Planejamento Operacional (DIPLAN). Por se tratar do documento que depura o EFD político para objetivos operacionais, é ele que delineia a missão, elenca os centros de gravidade e, sobretudo, determina a estrutura tática, adjudicando os meios a esta. Para o efetivo emprego das possibilidades engendradas pelo míssil de cruzeiro, estas devem estar refletidas na DIPLAN, através de correto assessoramento ao comandante operativo sobre seus limites, potencialidades e desafios. Dessa forma, o emprego do míssil poderá ser corretamente conjugado com os demais domínios do poder militar e estará presente na consideração das linhas de ação e na negociação sobre adjudicação de meios ao Comando Operacional, considerando a elaboração do PEECFA com o Plano de Campanha.

A segunda se refere à deliberação durante a Condução da Operação Planejada, em nível operacional. Trata-se de um concurso das capacidades de atingimento dos alvos, por parte das FCs ou F Cjs, a partir de seus meios e sua disposição no terreno.

Como o emprego de Mísseis de Cruzeiro está subordinado a uma lógica própria de raios de ação, deslocamento e posicionamento e suas potencialidades envolvem, inclusive, o atingimento de alvos de nível estratégico tal emprego demanda uma voz distinta nas reuniões de coordenação, em especial nas de Coordenação de Fogos e de Operações.

Recomendação 5: consideração, no longo prazo, da criação de Força Missilística Componente.

Constante em doutrina, o critério para especialização e divisão das Forças Componentes ou Conjuntas, bem como seu discernimento, é regido pelo cumprimento da missão da forma mais eficiente possível, considerando tanto os esforços administrativos e logísticos envolvidos quanto a conquista do EFD em nível operacional. É neste contexto que se propõe a criação de uma Força Missilística Componente (FMC). Certamente, essa mudança não ocorreria sem custos. Ainda assim, aponta-se que ela apresenta as seguintes vantagens:

- Desenvolvimento de especialização tecnológica e procedimentos;
- Atendimento a alvos de nível estratégico através de um fluxo contínuo e dedicado, mais curto e com maior qualidade;
- Atendimento às diferenças doutrinárias e logísticas da artilharia de campanha;
- Desenvolvimento de capacidade autóctone de desdobramento para e no TO, sem predação a doutrina da Força Terrestre
- Estruturação de C2 composta por militares com conhecimento especializado e fluxo de informações mais responsiva a mudanças situacionais e a alarmes;
- Acionamento de medidas de coordenação e de apoio (como uso de meios de coleta de dados, uso do espaço aéreo e proteção aos sistemas ASTROS);
- Uso mais prioritário do míssil de cruzeiro;
- Alívio da carga decisória sobre a FTC e Corpo de Exército.

Como óbices e custos, apontam-se:

- Necessidade de alocação de recursos escassos de defesa (antiaérea e de superfície);
- Necessidade de desenvolvimento de doutrina própria dentro da FT e incorporação de uma segunda mentalidade de planejamento.

Ainda assim, destaca-se que os projetos de mísseis de cruzeiro da Marinha e Força Aérea tornarão inadiável alguma reestruturação no âmbito do MD nos médio e longo prazos. Entende-se que, por ser a primeira e mais experiente Força detentora dessa capacidade, os custos intrínsecos do Exército Brasileiro seriam reduzidos e recompensados pelas vantagens de iniciativa nas relações interburocráticas.

Autores



Érico Esteves Duarte

Professor de Estudos Estratégicos e Relações Internacionais da UFRGS, Doutor e Mestre em Engenharia de Produção pela UFRJ e Bacharel em Relações Internacionais pela UnB. Foi professor/pesquisador visitante da Universidade Joaquim Chissano de Moçambique, do Centro Corbett de Estudos Marítimos do King's College, do Instituto para Estudos de Paz e Políticas de Segurança da Universidade de Hamburgo, da Cátedra Rui Barbosa da Universidade de Leiden e do IPEA. Recebeu o prêmio de Melhor Tese em Defesa Nacional de 2010.



Tamiris Pereira dos Santos

Pós-doutoranda e Doutora em Estudos Estratégicos Internacionais pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Bacharela em Relações Internacionais pela Unibero. Mestre em Ciências para Integração da América Latina pelo Prolam/ USP, na área de concentração Práticas Políticas e Relações Internacionais. Fez pesquisa de campo em 2016 no King's College London e no *Joint Staff Command Services College* do Reino Unido (Doutorado-sanduíche). Atualmente é pesquisadora associada ao GEESI/UFPB e ao GETED/UNESP.



Heraldo Makrakis

Doutorando do Programa de Pós-graduação em Estudos Estratégicos Internacionais da Universidade federal do Rio Grande do Sul. Doutor em Ciências Militares pela Escola de Comando e Estado-Maior do Exército (1997). Mestre em Sistemas e Computação pelo Instituto Militar de Engenharia (1995), graduado em Engenharia Química pelo Instituto Militar de Engenharia (1989) e em Ciências Militares pela Academia Militar das Agulhas Negras (1981). Oficial R1 Engenheiro Militar do Exército Brasileiro. Professor Politécnico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Canoas atuando na área de Gestão e Logística.



Eduardo de Souza Pereira

Doutorando em Estudos Estratégicos Internacionais (UFRGS). Mestre em Estudos Estratégicos da Defesa e da Segurança (UFF, 2017), com especializações em Relações Internacionais (UnB, 2008), em História Militar (UNISUL, 2010) e em Docência do Ensino Superior (UFRJ, 2002). Graduado em Ciências Militares (AMAN, 1982), com especialização em Altos Estudos Militares (ECEME, 2000). Participou da *United Nations Angola Verification Mission III* (1996/1997), exerceu funções na área internacional no Ministério da Defesa (2005/2008) e no EME (2011/2013), foi Adido de Defesa do Brasil na Nigéria (2009/2011) e docente de cursos de graduação/pós-graduação no Exército Brasileiro.



Luís Rodrigo Machado

Doutorando e mestre pelo Programa de Pós-graduação em Estudos Estratégicos Internacionais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - PPGEI/UFRGS, possui especialização em Estratégia e Relações Internacionais Contemporâneas pela mesma universidade e graduação em Ciências Sociais - Licenciatura pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS. Também é pesquisador associado ao Instituto Sul-Americano de Política e Estratégia – ISAPE. Possui experiência nas áreas de Defesa e Ciência Política, ênfase em Integração Internacional, Conflito, Guerra e Paz, atuando principalmente nos temas: Dissuasão convencional, guerras limitadas, Guerra das Malvinas/Falklands e artilharia de mísseis e foguetes.



Matheus Dalbosco Pereira

Doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Estudos Estratégicos Internacionais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) na linha de pesquisa de Segurança Internacional. Mestre em Ciências Sociais e Bacharel em Relações Internacionais pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Tem interesse na área de Segurança Internacional e Defesa, com ênfase nos processos de Formação e Construção de Estados, Guerra e Capacidades Estatais.



Alexandre Gonçalves

Oficial do Magistério do Ensino Superior de Relações Internacionais da Força Aérea Brasileira. Professor do Departamento de Estudos de Política e Defesa da Escola de Comando e Estado-Maior da Aeronáutica. Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Estudos Estratégicos Internacionais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Mestre em Ciências Aeroespaciais pela Universidade da Força Aérea (UNIFA). Egresso da turma de 2015 do Curso de Altos Estudos em Política e Estratégia e Curso Superior de Defesa da Escola Superior de Guerra (ESG). Bacharel em Relações Internacionais pela Universidade Federal Fluminense.



João Gabriel Burmann da Costa

Doutorando em Estudos Estratégicos Internacionais (PPGEI/UFRGS). Professor do Curso de Graduação em Relações Internacionais do Centro Universitário Ritter dos Reis (UniRitter). Mestre em Estudos Estratégicos Internacionais (2018) e Bacharel em Relações Internacionais (2014) pela UFRGS. Pesquisador associado do Instituto Sul-Americano de Política e Estratégia (ISAPE) desde 2012. Co-coordenador do Laboratório de Estudos de Defesa e Segurança (LEDS UniRitter).



Victor Domingues Ventura Pires

Mestrando em Estudos Estratégicos Internacionais (PPGEI/UFRGS); Especialista em Relações Internacionais e Diplomacia (2021) pela Unisinos; Bacharel em Relações Internacionais pelo Centro Universitário Ritter dos Reis (2020) pela UniRitter. Atualmente é Membro Pesquisador do Laboratório de Estudos de Defesa e Segurança (LEDS/UniRitter), onde pesquisa temas relativos a integração europeia e a integração regional; e é bolsista da Fundação Konrad Adenauer Brasil a partir de sua pesquisa sobre o Fundo Europeu de Defesa da União Europeia e sua relação com o complexo industrial de defesa regional.