

# Centro de Comando e Controle Militar para Operações Terrestres: um modelo de requisitos baseado em Engenharia de Sistemas

Sylvio Andre Diogo Silva

Centro de Comunicações e Guerra Eletrônica do Exército – Rodovia DF 001- Km 05 – Lago Norte-DF

**Resumo** — As operações Terrestres militares exigem por parte do Comandante o controle do campo de batalha que é proporcionado com o uso de um Sistema de Comando e Controle eficiente em apoio a tropa. Por intermédio do Centro de Comando e Controle (CC<sup>2</sup>) o comandante realiza as operações em curso e decide sobre as ações futuras da tropa sob seu comando. A montagem do Centro de Comando e Controle depende de uma série de fatores materializados em requisitos operacionais que se desmembram em requisitos técnicos que darão suporte ao funcionamento do Centro de Comando e Controle.

**Palavras-Chave** — Comando, Controle e Centro de Comando e Controle.

## I. INTRODUÇÃO

As Forças Armadas (FA), constituídas pela Marinha, pelo Exército e pela Aeronáutica, são instituições nacionais permanentes e regulares, organizadas com base na hierarquia e na disciplina, sob a autoridade suprema do Presidente da República, e sua destinação está bem explicitada na constituição brasileira (1).

Segundo o que prescreve a Doutrina Militar de Defesa Brasileira, o emprego das Forças Armadas (FA) na defesa da Pátria, na garantia dos poderes constitucionais, da lei e da ordem e na participação em operações de paz é de responsabilidade do Presidente da República, que determinará ao Ministro de Estado da Defesa a ativação de Comandos Operacionais para fazer frente às situações em que se fizer necessário (2).

O emprego das FA ocorre na situação de guerra que são aquelas que empregam o Poder Militar, explorando a plenitude de suas características de violência na defesa da pátria e na situação de não-guerra que são aquelas que, embora empregando o Poder Militar, no âmbito interno e externo, não envolvem o combate propriamente dito, exceto em circunstâncias especiais, onde este poder é usado de forma limitada, como por exemplo: garantia dos poderes constitucionais, garantia da lei e da ordem, atribuições subsidiárias, prevenção e combate ao terrorismo, ações sob a égide de organismos internacionais e emprego em apoio à política externa em tempo de paz ou crise e outros empregos de não-guerra (3). Na última década as Forças Armadas tem tido um importante papel na realização de ações subsidiárias e em apoio à população em diversas situações: em catástrofes naturais, em apoio a eventos políticos em eleições e diversas outras atividades de apoio a população (4).

Para que as operações militares possam ser realizadas é imprescindível a existência de um Centro de Comando e Controle a fim de proporcionar o comando e controle para o Comandante constituído para que as ações sejam realizadas a contento e com a maior eficiência possível (5). A montagem de um Centro de Comando e Controle ocorre por intermédio do atendimento a uma grande quantidade de requisitos de acordo com a missão e a situação existente. Assim, este artigo aborda a concepção de um modelo de requisitos para a montagem de um Centro de Comando e Controle para uso em um sistema de comando e controle em operações terrestres militares. Por intermédio desse modelo uma organização militar poderá identificar os requisitos necessários para montagem de um Centro em Operações Militares.

O Artigo foi estruturado da seguinte forma: o capítulo 2 trata das bases conceituais para entendimento do assunto; o capítulo 3 retrata os conceitos envolvidos no modelo de requisitos baseado em engenharia de sistemas; o capítulo 4 descreve o modelo proposto; e por fim as conclusões e propostas de trabalhos futuros.

## II. O SISTEMA DE COMANDO E CONTROLE MILITAR

### 1) Comando e Controle

O Comando e controle(C<sup>2</sup>) é Ciência e Arte que estuda o funcionamento de uma cadeia de comando e, nessa concepção, envolve, basicamente, três componentes conforme a Doutrina Militar de Comando e Controle (MD31-D-03) (5): autoridade, processos e estrutura.

Outra definição é que Comando e Controle é o exercício da autoridade e direção pelo comandante, sobre a força a ele subordinada no cumprimento de uma missão (6) (5).

As funções de Comando e Controle são: estabelecer a intenção, determinar regras, responsabilidades e relacionamentos, estabelecer regras e restrições, monitorar e avaliar a situação e o progresso, inspirar, motivar e formar uma consciência situacional, treinamento e educação e provisionamento de recursos (7).

É um ciclo, que depende de um claro processo, e de sistemas de comunicações eficientes e seguros. A fig 1 apresenta esquematicamente o ciclo OODA (8) que se refere ao processo contínuo de observar, orientar-se pelo conhecimento obtido pela observação, que possibilita a decisão e elaboração de planos compatíveis com as decisões tomadas, a execução desses planos e a avaliação desses efeitos nos campos de batalhas, é um conceito de emprego das forças

armadas, que influencia também o ciclo de decisão do inimigo (6).



Fig 1.: Ciclo de Decisão de Boyd

## 2) Comando

É uma atividade básica inerente à própria natureza do segmento militar de uma sociedade. Ser militar demanda aptidão permanente para o exercício do comando, em grau coerente com a estrutura hierárquica e organizacional do ambiente em que o militar se encontra inserido (9). Caracteriza-se pelo estabelecimento da autoridade, decorrente das leis e regulamentos, atribuída a um militar para dirigir e controlar forças, sob todos os aspectos, em razão do posto, graduação ou função (1) (6).

## 2) Autoridade

É o poder legalmente conferido a um comandante por meio do qual lhe é requerido tomar decisões e emitir ordens que tenham efeito sobre áreas, recursos humanos e materiais cuja jurisdição lhe tenha sido confiada (5) (6).

## 3) Comandante

É o militar investido de autoridade sobre determinada força com vistas à consecução de um objetivo (6).

## 4) Controle

Caracteriza-se pelo acompanhamento efetivo das ações em curso, confrontando-se os resultados da execução com o previsto no planejamento. Efetiva-se por meio de informações que permitam acompanhar o andamento de ordens emitidas e de ações em execução, auxiliando a reavaliar decisões e atualizando as informações disponíveis ao comandante sobre o ambiente operacional. Viabiliza o Exame de Situação continuado, com vistas a contornar óbices, desencadeando ações que possam corrigir os rumos da operação (6) (5).

## 5) Sistema de Comando e Controle

É o conjunto de instalações, equipamentos, comunicações, doutrinas, procedimentos e pessoal essenciais para o Comandante planejar, dirigir e controlar as ações da sua organização para que se atinja uma determinada finalidade. Esse conceito abrange os três componentes citados anteriormente (5).

## III. MODELO DE REQUISITOS

Um modelo de requisitos deve ser precedido das seguintes análises: contextual, funcional, stakeholders e a de requisitos (10).

A análise contextual visa dentre outras coisas a verificar o escopo, conceituações e acrônimos, definição do ciclo de vida e limites do sistema ou produto (10).

A análise funcional visa determinar o funcionamento do sistema no contexto em questão, caracterizando as funcionalidades envolvidas (10).

A análise de stakeholders visa verificar os clientes e interessados no sistema solução de acordo com o ciclo de vida para que sejam atendidos todos os desejos dos interessados (10).

A análise de requisitos visa a enumerar os requisitos capturados ou gerados durante os processos de análise contextual, funcional e de stakeholders (10).

### 1) Análise Contextual

Os Centros de C<sup>2</sup> (CC<sup>2</sup>) se constituem em um órgão em que a atividade de C<sup>2</sup> será desenvolvida, em Estados-Maiores operacionais, por meio de centros de operações convenientemente, configurados para proporcionar as ligações na estrutura militar de comando, entre os escalões superior e subordinado. Cada centro de operações receberá a denominação de Centro de C<sup>2</sup> (CC<sup>2</sup>). Vários CC<sup>2</sup> subordinados a um mesmo comandante, aliados aos enlaces de comunicações que os interligam, formarão a estrutura de C<sup>2</sup> desse comandante. Será essa estrutura que conterà os recursos adequados e perfeitamente configurados para o fluxo de ordens e de informação para o exercício do comando (1).

No domínio do Problema podemos dizer que o desenvolvimento da estrutura de apoio para o Comando e Controle das operações em curso é o principal desejo do cliente ou do Comandante. O domínio da solução indica que a montagem do Centro de Comando e Controle (CC<sup>2</sup>) atenderá a necessidade do cliente (10).

### 2) Análise Funcional

Os Centros de C<sup>2</sup> constituem o principal elemento para o funcionamento do Sistema de Comando e Controle em Operações Terrestres. Em sua dinâmica de funcionamento, promove a interligação funcional entre os Centros de Comando e Controle envolvidos nas operações. Para a garantia dessa interligação, os Centros de Comando e Controle devem operar segundo princípios e procedimentos comuns providos por uma doutrina previamente estabelecida (5).

A concepção atual do sistema militar prevê um desenvolvimento aberto e flexível, o que significa a permanente possibilidade de agregar ou incorporar inovações tecnológicas e, ao mesmo tempo, ter capacidade de adequar-se a novas condições impostas por reestruturações administrativas no Sistema de Defesa Nacional ou alterações substanciais no quadro político-estratégico (3) (5).

O guarnecimento dos Centros de Comando e Controle deve ser feito por militares especialistas, preferencialmente com dedicação exclusiva a esse serviço. Os sistemas operacionais

dos centros devem manter a plena compatibilidade entre si, bem como, com outros que venham a integrá-lo (5).

### 3) Análise dos stakeholders

Nesta fase o cliente e o interessado indicam qualquer pessoa ou entidade que afeta ou é afetada pelas atividades do Centro (10). De maneira mais ampla, compreende todos os envolvidos no processo de estabelecimento do sistema e pode ser de caráter temporário ou duradouro. Cabe ressaltar que o sucesso de qualquer sistema depende da participação de suas partes interessadas e por isso é necessário assegurar que suas expectativas e necessidades sejam conhecidas e consideradas (10). Cada interveniente ou grupo de intervenientes representa um determinado tipo de interesse no processo.

O envolvimento de todos os intervenientes não maximiza obrigatoriamente o processo, mas permite achar um equilíbrio de forças e minimizar riscos e impactos negativos na execução do processo de concepção do sistema.

Na identificação dos clientes e interessados há a necessidade de compartimentar o estabelecimento do Centro de Comando e Controle no ciclo de vida provável com a finalidade de identificar as necessidades específicas de cada cliente ou interessado no sistema. Para fins de proposta o sistema será concebido de acordo com as fases ilustradas na Fig 2:



Fig. 2.: Proposta de Ciclo de Vida de um Centro de Comando e Controle

### 4) Análise dos requisitos

A definição do produto/missão é o estabelecimento do sistema de comando e controle em apoio a um comandante por intermédio da montagem de um Centro de Comando e Controle (10).

O Processo do ciclo de vida proposto para montagem do Centro consiste das seguintes fases: Planejamento, Montagem e integração, testes, treinamento, operação, suporte e desativação. Essas fases indicam as etapas para montagem do Centro até a sua desativação do local de operações.

A identificação dos stakeholders e medidas de efetividade ocorrerão por meio da análise em cada fase do processo do ciclo de vida do Centro. No caso do presente artigo será analisado a fase de planejamento a fim de ilustrar o trabalho realizado nas demais fases.

Os stakeholders participam de todo o ciclo de vida da solução proposta e podem ser identificados para o produto, processo e organização.

Os stakeholders do produto são aqueles que se relacionam com o produto ao longo de todo o seu ciclo de vida.

Os stakeholders do processo são aqueles que recebem uma entrada, geram uma saída, exercem controle ou fornecem mecanismos durante os processos que ocorrem ao longo do ciclo de vida.

O stakeholders da organização são os que, de fora da organização, se relacionam com a organização ao longo do ciclo de vida de um produto.

Após a identificação dos stakeholders, faz-se necessário o levantamento das measures of effectiveness (MOE), ou seja, as medidas de efetividade que estarão de acordo com o interesse do stakeholders. Desta forma, é possível medir se os requisitos dos stakeholders estão compatíveis com os atributos gerados.

Os stakeholders e os interesses são apresentados na tabela I. Para obter uma melhor identificação dos stakeholders do processo, este foi dividido nos processos do ciclo de vida proposto.

TABELA I CICLO DE VIDA, STAKEHOLDERS E INTERESSES

Fase do Ciclo de Vida	Stakeholders	Interesse
Planejamento	Autoridade apoiada	Comando e controle
	Assessores	Apoio no processo decisório
	Centro de C2 do Escalão Superior	Conectividade e integração
	Autoridades subordinadas	Conectividade e integração
	Fornecedores	Viabilidade de Fornecimento de equipamentos e realização de serviços
	Logística de implantação	Facilidade de montagem do Centro de C <sup>2</sup>
Montagem e Integração	Responsável pelo CC <sup>2</sup>	Estabelecimento pleno do sistema de C <sup>2</sup>
	Centros de C2 do Escalão Superior	Cumprimento dos requisitos operacionais estabelecidos
	Fornecedores	Fornecimento de equipamentos
Testes	Centros de C2 do Escalão Superior	Conectividade
	Fornecedores	Testabilidade dos sistemas
	Autoridades subordinadas	Conectividade
Treinamento	Operadores	Treinamento da operabilidade dos sistemas
	Assessores	Treinamento do Uso dos Sistemas
Operação	Operadores	Operabilidade dos Sistemas
	Assessores	Facilidade de Obtenção de dados
Suporte	Pessoal do Suporte	Manutenção dos Sistemas de TI
		Manutenção da infraestrutura de rede do sistema
		Suporte aos usuários do sistema
Desativação	Operadores	Eficiência de apoio no suporte
		Autoridade apoiada

## IV. REQUISITOS PROPRIAMENTE DITOS

Após a análise contextual, a análise funcional e a análise de stakeholders, o trabalho propõe que os requisitos podem ser divididos em classes, tudo com a finalidade de atender os interesses dos stakeholders nas fases do ciclo de vida dos Centros de Comando e Controle.

A fig 3 ilustra as classes de requisitos no contexto do estabelecimento de um Centro de Comando e Controle.

As classes envolvidas na montagem dos Centros de Comando e Controle são: equipamentos, comunicações, instalações, procedimentos e pessoal (recursos humanos). A

finalidade dessas classes é proporcionar o comando e controle por intermédio do ciclo de decisão de Boyd (8).

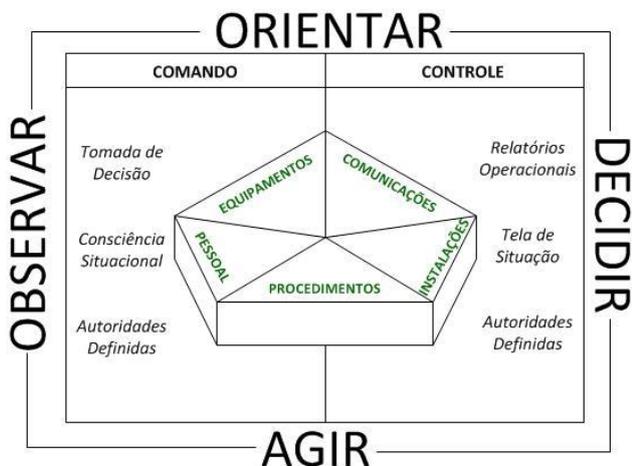


Fig.3.: Classes de Requisitos para o estabelecimento dos Centros de Comando e Controle

**Na classe de requisitos Instalações:** podemos identificar os tipos de Centro de Comando e Controle que podem ter uma estrutura móvel (figura 4) ou fixa de acordo com o tipo de operação e com a necessidade da autoridade apoiada. E ainda, a estrutura pode ser fixa de cunho estratégico ou de campanha conforme se vê na figura ilustrativa nº 5 (7).

**Na classe de requisitos Comunicações:** a necessidade da Conectividade deve ser planejada por intermédio do estabelecimento de enlaces dimensionados e definidos a fim de garantir a conectividade dos Centros de Comando e Controle. A finalidade é proporcionar a ligação entre as autoridades envolvidas no processo decisório atendo ao desejo dos stakeholders (7).

Os enlaces a serem realizados podem ser satelitais, por fibra ótica, por links de dados, por enlace rádio considerando-se a disponibilidade dos meios existentes. No caso de enlaces Rádio deve-se considerar a capacidade para transmissão e recepção de dados e voz. E ainda, pode ser considerado o uso da rede de telefonia pública comutada (RTPC) e uma Virtual Private Network (VPN) para aumento da segurança na transmissão de dados. A Internet, com a definição de endereços de correio eletrônico comercial, válidos como contingenciamento, desde que empregando VPN (7).

**Na classe de requisitos Procedimentos:** o apoio no processo decisório é proporcionado por intermédio dos serviços do Sistema de Comando e Controle em funcionamento nos Centros. Normalmente, os serviços disponibilizados são serviços de voz, de dados e de imagens, que permitem o trâmite de mensagens operacionais e a comunicação entre os Centros por intermédio de procedimentos realizados pelo pessoal envolvido na operação dos Centros. Tais procedimentos devem ser plenamente estabelecidos para proporcionar o perfeito funcionamento do

Centro. Dentre alguns procedimentos, podemos citar os procedimentos para transmissão de mensagens, padronização de documentos, horários de remessa de documentos, autenticação de usuários, etc.. (7)

**Na classe de requisitos Pessoal:** o desdobramento dos Centros de Comando e Controle devem ser feitos por profissionais especialistas, em diversas áreas e preferencialmente com dedicação exclusiva a esse serviço. Dessa forma busca-se manter plena compatibilidade entre os sistemas e serviços, bem como com outros que venham a integrá-lo como, por exemplo, de atuadores e sensores que podem fazer parte da solução dos Centros de Comando e Controle (5).

**Na classe de requisitos Equipamentos:** a montagem dos Centros de Comando e Controle podem envolver diversos tipos de equipamentos (11) sendo uma infinidade de tipos como por exemplo, no caso de Centros Móveis: Shelters, viaturas para transporte de Shelter, equipamentos de TI, equipamentos de comunicações, mobiliários para montagem dos Centros, geradores de energia, equipamentos de segurança eletrônica, armamento de segurança, etc...



Fig 4 .: Exemplo de Centro de Comando e Controle Móvel (11)

Os Centros fixos podem envolver, além dos diversos itens dos Centros móveis, a escolha do local com preparação de infraestrutura de obras, paredes para divisão de ambientes, estrutura elétrica, de comunicações, de TI e demais serviços necessários.



Fig 5 .: Exemplo de Centro de Comando e Controle Fixo (12)

#### IV. OBSERVAÇÕES FINAIS

Um modelo de requisitos para montagem de um Centro de Comando e Controle requer uma análise contínua dos stakeholders e do desejo destes que vão culminar com os requisitos que visam dar suporte a necessidade do cliente. Assim é necessário que a análise de requisitos e o modelo gerado sejam continuamente aprimorados de modo que possam ser o mais completo possível.

De modo a atender a demanda da montagem de um Centro de Comando e Controle, neste artigo apresentamos um Modelo de Requisitos baseado em Engenharia de Sistemas. Utilizando este modelo, uma organização militar pode realizar a identificação do nível do Centro requerido para a realização das operações e identificar o nível de desempenho desejável frente aos riscos envolvidos. E ainda a definição de um plano para aprimoramento dos requisitos para se alcançar o nível de desempenho desejado.

O modelo proposto independe de tecnologias ou de metodologias específicas e pode ser utilizado por qualquer organização militar que possua a necessidade de estabelecer um Centro de Comando e Controle para Operações Terrestres. Essa proposta descreve uma estratégia de identificação de requisitos, entretanto, ela ainda está em processo de validação por intermédio de casos reais. Os resultados a serem obtidos deverão ser publicados para uma futura avaliação pela comunidade científica.

O avanço tecnológico proporciona diversos aperfeiçoamentos nos equipamentos, sistemas, procedimentos e estruturas utilizados nos Centros de Comando e Controle. Assim, as propostas de trabalhos futuros podem estar pautados na busca de melhorias das estruturas desenvolvidas nos Centros de Comando e Controle.

#### REFERÊNCIAS

[1] **Ministério da Defesa.** Política Militar de Comando e Controle. Brasília : s.n., 2006.

[2] **Ministério da Defesa.** Doutrina Militar de Defesa. Brasília : s.n., 2007. Vol I.

[3] **Ministério da Defesa.** Estratégia de Defesa Nacional. Brasília : s.n., 2009.

[4] Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília : s.n., 1988. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constitui%C3%A7ao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constitui%C3%A7ao.htm). Acesso em 21 Jun 12.

[5] **Ministério da Defesa.** Doutrina Militar de Comando e Controle . Brasília : s.n., 2006.

[6] **Army, Department of the.** Mission Command: Command and Control of Army Forces. Washington, DC. : s.n., 2003. Disponível em: [http://www.combatindex.com/store/field\\_man/Sample/FM\\_6-0.pdf](http://www.combatindex.com/store/field_man/Sample/FM_6-0.pdf) Acesso em 21 Mai 12.

[7] **Ministério da Defesa.** Doutrina Básica para Operação dos Centros de Comando e Controle. Brasília : s.n., 2001.

[8] **Fadok, David S.** A busca da paralisia estratégica pelo poder aéreo. Disponível em <http://www.airpower.au.af.mil/apjinternational/apj-p/2001/1tri01/fadok.htm>.

[9] **Ministério da Defesa.** Glossário das Forças Armadas. Brasília : s.n., 2001.

[10] **INCOSE.** IEEE 1220 Standard for Application and Management of the Systems Engineering Process. Disponível em <http://standards.ieee.org/findstds/standard/1220-2005.html>

[11] Exemplo de **Centro de Comando e Controle Móvel.** Disponível em <https://www.saic.com/products/security/ess>. Acesso em 02 Jul 12.

[12] **Centro de Comando e Controle Fixo.** Disponível em <http://www.m-media.com/ControlRooms/>. Acesso em 02 Jul 12.