



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA  
DIVISÃO DE ENSINO  
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1º/2025

**MARLON ALBERONE RIOS DE ALMEIDA, Cap Av**

**O CCDP como Ferramenta Estratégica: Impactos Operacionais e Econômicos nas Ações  
de Assalto Aeroterrestre**

Rio de Janeiro

2025

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA  
DIVISÃO DE ENSINO  
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1º/2025

MARLON ALBERONE RIOS DE ALMEIDA, Cap Av

**O CCDP como Ferramenta Estratégica: Impactos Operacionais e Econômicos nas Ações de Assalto Aeroterrestre**

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

Linha de Pesquisa: Emprego da Força Aérea  
Orientador: Thiago Godinho Vieira, Maj Av

Rio de Janeiro

2025

MARLON ALBERONE RIOS DE ALMEIDA, Cap Av

**O CCDP como Ferramenta Estratégica: Impactos Operacionais e Econômicos nas Ações de Assalto Aeroterrestre**

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

Aprovado por:

---

Presidente, Thiago Godinho Vieira, Maj Av - EAOAR

---

Ísis Beltrão Pereira, Cap Av - EAOAR

Rio de Janeiro

2025

## RESUMO

O *Continuous Computed Drop Point* (Ponto de Lançamento Continuamente Calculado – CCDP) é um sistema automatizado embarcado no KC-390, que calcula, em tempo real, o ponto ideal para o lançamento de cargas e paraquedistas, considerando variáveis como altitude, velocidade, vento e condições atmosféricas. Apesar de homologado e validado em missões reais de lançamento de cargas, o CCDP ainda é subutilizado em lançamentos de pessoal nas operações de Assalto Aeroterrestre da Força Aérea Brasileira (FAB) e do Exército Brasileiro (EB), evidenciando uma lacuna doutrinária que compromete a eficiência, eleva custos e mantém a vulnerabilidade ao fator humano. Este ensaio defende que a integração do sistema CCDP, por meio de doutrina conjunta entre FAB e EB, representa uma oportunidade estratégica para aprimorar a eficiência operacional, ao reduzir a dependência do fator humano e gerar ganhos em economicidade. A automação proporcionada pelo CCDP representa solução eficaz para mitigar os efeitos do fator humano, como estresse, fadiga e limitações perceptivas, especialmente em cenários militares e de conflito, promovendo maior segurança, padronização e confiabilidade na execução de tarefas operacionais complexas. Além disso, o CCDP contribui significativamente para a economicidade ao reduzir passagens da aeronave, consumo de combustível, desgaste das plataformas e demanda por treinamento intensivo, ao mesmo tempo em que estimula o uso ampliado de simuladores e reduz a necessidade de formação contínua de especialistas. Sua implementação doutrinária fortalece a interoperabilidade entre FAB e EB, elevando eficiência, segurança e racionalização de recursos nas missões de Assalto Aeroterrestre, consolidando-se como diferencial estratégico para a Força Aérea Brasileira.

**Palavras-chave:** automação; assalto aeroterrestre; eficiência operacional; economicidade.

## 1 INTRODUÇÃO

Em 2009, teve início o desenvolvimento do KC-390, resultado da parceria entre a Força Aérea Brasileira (FAB) e a Embraer, com o objetivo de substituir os veteranos C-130 Hércules e expandir a capacidade operacional da aviação de transporte militar. Entregue à FAB em 2019, a aeronave destaca-se por sua versatilidade multimissão, sendo capaz de realizar operações de transporte tático e estratégico, reabastecimento em voo, evacuação aeromédica, busca e salvamento, além do lançamento de tropas e cargas.

Um de seus principais diferenciais é o *Continuous Computed Drop Point* (Ponto de Lançamento Continuamente Calculado – CCDP), tecnologia automatizada de alta precisão que calcula em tempo real o ponto ideal de liberação de cargas e paraquedistas, ajustando parâmetros conforme altitude, velocidade, vento e terreno. Já validado em operações como Taquari, Yanomami e PROANTAR (Programa Antártico Brasileiro), o CCDP assegura precisão, segurança e eficiência, mesmo em condições adversas, consolidando-se como recurso estratégico da FAB.

Apesar disso, sua aplicação no lançamento de pessoal ainda não foi plenamente incorporada às operações de Assalto Aeroterrestre conduzidas pela FAB e pelo Exército Brasileiro (EB). Essa subutilização revela uma lacuna doutrinária relevante, que compromete a eficiência das missões, eleva os custos operacionais e mantém a dependência de procedimentos sujeitos às limitações do fator humano.

Dessa forma, este ensaio sustenta que a integração plena do CCDP às operações, por meio da construção de uma doutrina conjunta entre FAB e EB, constitui uma oportunidade estratégica para aprimorar a eficiência operacional, reduzir gastos e elevar os níveis de segurança nas missões aeroterrestres.

A automação proporcionada pelo *Continuous Computed Drop Point* (CCDP) configura-se como uma solução eficaz para mitigar os impactos do fator humano, especialmente no contexto militar e em cenários de conflito, promovendo maior segurança, padronização e confiabilidade na execução de tarefas operacionais complexas.

Ademais, sua implantação representa não apenas um avanço operacional, mas também uma medida de relevância econômica, ao reduzir horas de voo, desgaste das aeronaves e consumo de combustível. Soma-se a isso a otimização dos recursos humanos, com menor necessidade de formação intensiva de especialistas e redução da exposição de aeronaves a ambientes hostis.

## 2 AUTOMAÇÃO OPERACIONAL

O sistema CCDP do KC-390, já empregado com sucesso em missões de lançamento de cargas na FAB, foi certificado para o lançamento de pessoal em janeiro de 2025, fruto de um trabalho conjunto entre o Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI) e a EMBRAER. Nesse contexto, a automação consolida-se como ferramenta estratégica ao reduzir vulnerabilidades associadas ao fator humano e promover ganhos em precisão, eficiência e economicidade.

### 2.1 AUTOMAÇÃO E FATOR HUMANO

A aviação tem evoluído significativamente em termos tecnológicos. Segundo Billings (1997), a automação teve início com a introdução de radares e pilotos automáticos entre a Segunda Guerra Mundial e os anos 1960, sendo ampliada nas décadas seguintes com sistemas digitais de gerenciamento de voo. No âmbito militar, Collinson (2011) ressalta que, a partir da década de 1990, os sistemas de navegação por *Global Positioning System* (Sistema de Posicionamento Global - GPS) tornaram-se essenciais para a precisão e integração operacional. Nesse contexto, destaca-se a aplicação de tecnologias avançadas como o *Continuous Computed Drop Point* (CCDP), que representa um importante avanço no emprego de sistemas automatizados em operações aéreas complexas. Ao reduzir a dependência de decisões operacionais em momentos críticos, o sistema contribui para mitigar variáveis humanas que comprometem a precisão e a segurança das missões.

Segundo Kanki *et al.* (2010), o fator humano refere-se às características, capacidades e limitações que influenciam o desempenho em sistemas complexos, englobando as interações entre indivíduos, equipamentos e o ambiente operacional, aspectos fundamentais para a segurança e a eficiência das operações aéreas.

Assim, para compreender de forma abrangente os impactos da interação humana no ambiente operacional das missões de Assalto Aeroterrestre, é fundamental considerar, além da tripulação de voo, duas especialidades historicamente indispensáveis que atuam de maneira ativa e decisiva: o Precursor e o Mestre de Salto.

O Precursor é um paraquedista altamente especializado que se lança antes da tropa com a missão de coordenar a Zona de Lançamento (ZL). Para isso, baseia-se em referências visuais e realiza cálculos empíricos, estimativas fundamentadas na experiência prática e na observação direta das condições locais, para orientar a aeronave durante a aproximação e determinar o

momento ideal do lançamento. Após o salto, atua na preparação e sinalização da ZL, viabilizando o sequenciamento seguro dos lançamentos subsequentes, muitas vezes em território hostil.

O Mestre de Salto, por sua vez, é o responsável por comandar o lançamento de pessoal a bordo da aeronave, assegurando o cumprimento rigoroso dos procedimentos estabelecidos e a segurança da operação. Sua atuação fundamenta-se em instruções técnicas e no uso de referências visuais previamente reconhecidas no terreno para autorizar, temporizar e conduzir a saída da tropa. A relevância e o elevado grau de responsabilidade atribuídos a esses militares estão diretamente relacionados ao êxito das missões, dado o papel central que desempenham na precisão e na segurança do lançamento aeroterrestre.

Com a introdução do *Continuous Computed Drop Point (CCDP)*, tais funções tornam-se tecnicamente substituíveis. O sistema calcula, com alta precisão e em tempo real, o ponto ideal de lançamento, ajustando-se automaticamente às variáveis de voo, vento e condições atmosféricas. Essa autonomia elimina a necessidade de referências externas ou decisões humanas, consolidando o CCDP como uma alternativa viável e segura à atuação do Precursor e do Mestre de Salto em operações modernas.

Segundo Santos (2023), em cenários de conflito é fundamental destacar a influência do estresse sobre a capacidade fisiológica e psicológica dos militares. Diante das peculiaridades do ambiente operacional, da atividade e da cultura organizacional, a exposição contínua a fatores estressores e a necessidade de adaptação prolongada impactam diretamente o desempenho e a higidez psicofísica. Assim, torna-se essencial compreender o estresse psicológico, especialmente quando associado a fatores ambientais críticos, como uma variável que pode comprometer a eficácia na execução de determinadas tarefas operacionais.

Outro fator relevante nesse contexto é a privação de sono, condição que afeta diretamente os aspectos psicológicos e fisiológicos dos militares. Essa é uma realidade recorrente no ambiente operacional, especialmente em cenários adversos e de conflito, onde a continuidade das missões, a alta exigência física e a pressão constante comprometem o descanso adequado das tripulações. Segundo revisão sistemática de Domingues e Neves (2020), a redução ou ausência de repouso impacta significativamente o desempenho cognitivo, prejudicando funções como atenção, memória e tomada de decisão; habilidades cruciais em operações complexas, como as de Assalto Aeroterrestre.

Nesse cenário, destaca-se a fadiga ocular, comumente associada às operações noturnas que utilizam *Night Vision Goggles* (Óculos de Visão Noturna - NVG). Embora representem um avanço tecnológico por ampliarem a capacidade de atuação em baixa luminosidade, seu uso

contínuo impõe desafios ao fator humano, sobretudo quanto à sobrecarga visual. Segundo Cunha (2003), a exposição prolongada à visualização monocromática dos NVG pode gerar sintomas como visão embaçada, dor ocular, lacrimejamento e dificuldade de foco. Essa condição tende a se intensificar em missões longas ou de alta exigência cognitiva, comprometendo a segurança e a eficácia operacional. Tais efeitos são agravados por privação de sono, estímulos intensos e estresse emocional, típicos do ambiente militar. Nesse contexto, a acuidade visual torna-se uma capacidade crítica nas missões de Assalto Aeroterrestre, essencial para a identificação da Zona de Lançamento (ZL) e para a tomada rápida e precisa de decisões visuais em situações de elevado risco.

Outrossim, observa-se que o processo decisório do Precursor e do Mestre de Salto é fortemente suscetível às limitações do fator humano. O Precursor, ao depender de interpretações subjetivas de variáveis como relevo, vento e visibilidade, pode ter sua capacidade comprometida por estressores ambientais e fisiológicos. Da mesma forma, o Mestre de Salto, nos procedimentos que utilizam referências visuais como nos métodos Lançamento Livre ou da Letra-Código, está exposto a falhas de percepção e condições adversas que aumentam o risco de erro na execução da missão. Tais vulnerabilidades reforçam a importância da adoção de soluções tecnológicas que reduzam a exposição ao erro humano, como o *Continuous Computed Drop Point (CCDP)*.

## 2.2 AUTOMAÇÃO E ECONOMICIDADE

O Plano Estratégico Militar da Aeronáutica 2024–2033 destaca o KC-390 como um vetor aéreo moderno, dotado de comandos de voo *fly-by-wire*, avançados sistemas de autoproteção e compatibilidade com óculos de visão noturna. Com capacidade para executar uma ampla gama de missões táticas e operacionais, a aeronave consolida-se como um ativo estratégico da Força Aérea Brasileira (FAB). Diante dessa visão, é imprescindível reafirmar a relevância do Projeto KC-390 no contexto nacional e, potencialmente, internacional, sobretudo quando se considera sua aplicação em cenários de conflito (Brasil, 2024).

Em conflitos modernos, caracterizados por sistemas de defesa antiaérea de alta precisão, a exposição prolongada de aeronaves representa um risco crítico. Segundo Zeigler *et al.* (2019), os *MANPADS (Man-Portable Air Defense Systems – Sistemas Portáteis de Defesa Aérea)* destacam-se por aliar baixo custo a alta letalidade, sendo eficazes tanto em guerras convencionais quanto assimétricas. Ainda segundo os autores, as versões mais recentes desses sistemas, já na sétima geração, apresentam avanços significativos em alcance, precisão e

resistência a contramedidas, ampliando sua capacidade de engajamento. A integração do sistema *Continuous Computed Drop Point* (CCDP) às missões de Assalto Aeroterrestre representa uma resposta eficaz a essas ameaças. Ao calcular automaticamente, em tempo real, o ponto ideal de lançamento, o CCDP reduz a necessidade de múltiplas passagens sobre a Zona de Lançamento (ZL), seja por exigências operacionais, falhas na tomada de decisão ou condições meteorológicas adversas. Com isso, minimiza a exposição da aeronave e potencializa o efeito surpresa, elemento crucial para o êxito em operações de infiltração de tropas.

Menezes Junior (2006) destaca que a otimização dos perfis de voo pode resultar em reduções significativas nos custos operacionais e contribuir para a preservação da vida útil dos equipamentos. Sob essa perspectiva, o sistema CCDP evidencia-se como uma ferramenta valiosa no âmbito tático-operacional, especialmente durante os treinamentos, ao mitigar falhas decorrentes do fator humano, como cancelamentos de missão e abortivas de lançamentos. Sua automação favorece o aumento da precisão e da previsibilidade das operações, promovendo o uso mais racional dos meios disponíveis, com reflexos diretos na economia de combustível, na redução do desgaste das aeronaves e na diminuição da carga logística envolvida.

Além disso, ao reduzir a dependência direta do Mestre de Salto em etapas específicas do lançamento, o CCDP contribui para uma gestão mais racional e eficiente do efetivo. Segundo Billings (1996), um dos benefícios centrais da automação é permitir que os operadores humanos passem a atuar em funções de supervisão e controle, liberando-os de tarefas operacionais que podem ser assumidas por sistemas automatizados. Assim, esforços de capacitação podem ser redirecionados para outras áreas estratégicas.

Por fim, outro fator de destaque está relacionado ao uso de simuladores de voo no treinamento operacional. Segundo Orlansky e String (1989), análises de custo-benefício indicam que o uso de simuladores proporciona significativa economia, com custo operacional equivalente a apenas 10% do de uma aeronave real, e custo de ciclo de vida em torno de 65% daquele necessário para manter uma aeronave em serviço. Esses dados evidenciam a eficácia econômica e funcional do simulador no preparo de tripulações. Nesse contexto, o treinamento do procedimento de lançamento via CCDP em simuladores mostra-se plenamente viável, ao reduzir a dependência do processo decisório por parte do militar especializado do Exército Brasileiro. Com a automatização dos parâmetros e cálculos, a operação passa a ser centrada nos pilotos, responsáveis pela inserção de dados e condução do sistema, promovendo maior autonomia e fluidez no cumprimento da missão.

### 3 CONCLUSÃO

A evolução tecnológica na aviação militar tem impulsionado a adoção de sistemas automatizados voltados à precisão e à segurança das operações. O *Continuous Computed Drop Point* (Ponto de Lançamento Continuamente Calculado – CCDP), sistema embarcado na aeronave KC-390, é um desses avanços, capaz de calcular em tempo real o ponto ideal para o lançamento de cargas e paraquedistas, com base em dados embarcados e variáveis atmosféricas.

Entretanto, embora homologado e validado em missões reais de lançamento de cargas, o CCDP ainda não é plenamente utilizado no lançamento de pessoal em operações de Assalto Aeroterrestre conduzidas pela Força Aérea Brasileira (FAB) e pelo Exército Brasileiro (EB). Tal subutilização revela uma lacuna doutrinária que compromete a eficácia das missões, eleva os custos operacionais e mantém a dependência de procedimentos manuais sujeitos às limitações do fator humano. A permanência desse modelo tradicional contrasta com o potencial tecnológico já disponível e validado, indicando a urgência de atualização nos processos de planejamento e execução das ações conjuntas.

Este ensaio sustenta que a plena integração do sistema CCDP às operações de Assalto Aeroterrestre, por meio da construção de uma doutrina conjunta entre FAB e EB, configura-se como uma solução operacional estratégica, ao mitigar limitações associadas ao fator humano, promover ganhos em economicidade e elevar os níveis de eficiência e segurança das missões. A automação proporcionada pelo CCDP reduz significativamente a carga de trabalho da tripulação e mitiga falhas operacionais decorrentes da fadiga, do estresse e da elevada carga cognitiva imposta a operadores como o Precursor e o Mestre de Salto. Ao substituir processos manuais por cálculos precisos e contínuos, o sistema contribui para maior segurança, padronização e confiabilidade na execução de tarefas críticas em cenários de Assalto Aeroterrestre. Além disso, contribui para a economicidade ao reduzir horas de voo, consumo de combustível e exposição a riscos, viabilizando ainda a ampliação do uso de simuladores para a formação operacional, o que também favorece a preservação de meios e a racionalização de recursos públicos.

Dessa forma, a plena integração doutrinária do sistema *Continuous Computed Drop Point* (CCDP) fortalece a interoperabilidade entre a FAB e o EB, promovendo sinergia entre doutrinas e ampliando a capacidade de resposta em cenários de alta complexidade. Assim, o CCDP consolida-se não apenas como uma ferramenta de modernização tecnológica, mas como um diferencial estratégico capaz de projetar a Força Aérea Brasileira a um novo patamar de superioridade operacional nas Ações de Força Aérea de Assalto Aeroterrestre.

## REFERÊNCIAS

- BILLINGS, Charles E. **Human-centered aviation automation: principles and guidelines**. Columbus: The Ohio State University/NASA, 1996.
- BILLINGS, Charles E. **Aviation automation: the search for a human-centered approach**. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 1997.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Portaria EMAER nº 2.102/GC3, de 18 de novembro de 2018. Aprova a edição do Plano Estratégico Militar da Aeronáutica. **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 222, p. 22–36, 20 dez. 2018. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/Download/arquivos/pemaer.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2025.
- COLLINSON, R. P. G. **Introduction to avionics systems**. 3. ed. Dordrecht: Springer, 2011.
- CUNHA, C.E.D. O vôo com o NVG e a fadiga. **Revista da UNIFA**, Rio de Janeiro, n. 22, p. 30–35, ago. 2007. Disponível em: [https://www2.fab.mil.br/unifa/images/revista/pdf/ed\\_22.pdf](https://www2.fab.mil.br/unifa/images/revista/pdf/ed_22.pdf). Acesso em: 25 mar. 2025.
- DOMINGUES, William Henrique Corrêa; NEVES, Angela Nogueira. Efeitos da privação de sono na tomada de decisão em militares: uma revisão sistemática. **Ciências & Cognição**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 1, p. 120–138, 2021. Disponível em: <https://revista.cienciasecognicao.org/index.php/cec/article/view/1802>. Acesso em: 20 mar. 2025.
- EMBRAER, eTech Pubs for PC Executive and Defense: manual padrão de procedimentos de operação tradução nossa. In: **Description and operation**. 2024. T.O. 1KC-390-1-1 p. 15–41.
- KANKI, Barbara G.; ANCA, José; CHIDESTER, Thomas R. (orgs.). **Crew resource management**. 3. ed. Amsterdam: Academic Press, 2019.
- MENEZES JÚNIOR, L.P. **Métodos para a redução de custos operacionais em empresas aéreas**. 2006. 137 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Infraestrutura Aeronáutica) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2006.
- ORLANSKY, Jesse; FLETCHER, John. **Cost-effectiveness of military training in TTCP countries**. Alexandria, VA: Institute for Defense Analyses, 1989. Relatório técnico. Disponível em: [http://eric.ed.gov/ERICWebPortal/search/detailmini.jsp?\\_nfpb=true&\\_ERICExtSearch\\_SearchValue\\_0=ED310731&ERICExtSearch\\_SearchType\\_0=no&accno=ED310731](http://eric.ed.gov/ERICWebPortal/search/detailmini.jsp?_nfpb=true&_ERICExtSearch_SearchValue_0=ED310731&ERICExtSearch_SearchType_0=no&accno=ED310731). Acesso em: 01 abr. 2025.
- SANTOS, Joana Paula Gentil dos. **O estresse psicológico no desempenho humano operacional de militares das Forças Armadas e Auxiliares: uma revisão sistemática**. 2023. 95 f. Dissertação (Pós-graduação em Desempenho Humano Operacional) – Universidade da Força Aérea, Rio de Janeiro, 2023.

ZEIGLER, S. M. *et al.* **Acquisition and use of MANPADS against commercial aviation: risks, proliferation, mitigation, and cost of an attack.** Santa Monica, CA: RAND Corporation, 2019.