

Whitepaper

III Ensaio de Campo BR-UTM

Data: 15 a 17 de dezembro de 2025

Realização: Instituto de Controle do Espaço Aéreo (ICEA)

Local: Instituto de Estudos Avançados (IEAv), São José dos Campos, SP.

1. Introdução

O terceiro ensaio de campo do projeto **BR-UTM** consolidou o avanço da maturidade operacional do Gerenciamento de Tráfego de Aeronaves Não Tripuladas no Brasil. Diferente de ensaios laboratoriais, este evento focou na **realidade do operador**, permitindo que as empresas participantes (Aeroscan, Atech e Speedbird) propusessem seus próprios perfis de voo para testar a resiliência de seus sistemas em cenários de contingência, detecção de desvios e conformidade com volumes operacionais.

Com o suporte tecnológico da **Arsitec** na detecção de drones, o ensaio validou como a troca de dados entre o provedor USS (Unmanned Service Supplier) e o ecossistema UTM impacta diretamente a segurança da operação em tempo real.

2. Objetivos Operacionais

Os ensaios foram estruturados para validar cinco pilares fundamentais para a segurança do voo:

1. **Resposta a Contingências em Tempo Real:** Capacidade do USS de identificar restrições dinâmicas e guiar o piloto na mitigação do risco.
2. **Conformidade com a OIR (Operation Intent Region):** Verificação automática de desvios geográficos e transição de estados de voo (Ativo ? Não-Conforme ? Contingência).
3. **Gestão de Volumes Não Nominais:** Garantia de que, em caso de falha, o sistema reserve um volume de proteção (buffer) e impeça novos voos nessa área.
4. **Desempenho de Reação:** Medição do tempo entre o evento adverso e a notificação ao operador.
5. **Automação de Check-in / Check-out:** Ativação e desativação de OIR de maneira automática e transparente para o operador

3. Infraestrutura e Ecossistema

A arquitetura do ecossistema UTM (composta pelo DSS, Servidor de Autenticação e Provedores de Restrição) foi hospedada de forma híbrida entre o **ICEA** e o **NCTI**, garantindo a integridade dos dados e a visualização centralizada por parte do órgão regulador.

4. Detalhamento dos Ensaios por Provedor

Nesta edição, as empresas tiveram autonomia para propor voos que refletissem seus desafios operacionais diários, totalizando três missões por provedor.

Atech

A arquitetura da Atech utilizou a transmissão de **RemotID Broadcast** da aeronave para uma antena local, que serviu de ponte para o USS. O operador recebeu os alertas em um tablet posicionado paralelamente ao rádio controle.

- **Voo 01: Gestão de Não-Conformidade e Contingência Temporal** O drone foi comandado para fora dos limites da OIR. O sistema detectou o desvio e alterou o status para **Não-Conforme**, disparando um prompt no tablet orientando o retorno imediato. O operador retornou à área e o sistema reativou o status "Ativo". Em seguida, o drone saiu novamente e permaneceu fora por mais de 60 segundos; o sistema então escalou a operação para **Contingência**, emitindo uma ordem de encerramento imediato.
- **Voo 02: Violação de Perímetro UTM (Saída de Área)** Neste cenário, o drone cruzou o limite externo da Zona UTM. Diferente do voo anterior, a transição para o estado de **Contingência** foi instantânea, refletindo a gravidade de operar em espaço aéreo não monitorado pelo sistema.
- **Voo 03: Resposta a Restrição Dinâmica em Voo** Durante a navegação nominal, o ecossistema injetou uma restrição de espaço aéreo (volume de exclusão). O operador recebeu a notificação no tablet e executou o pouso de emergência conforme as instruções do USS.
Nota Operacional: Durante as não-conformidades, a Atech projetou um buffer não-nominal restrito à aeronave. Na contingência, o volume projetado no sistema expandiu para cobrir toda a autonomia restante do drone.

Aeroscan

A Aeroscan utilizou uma abordagem integrada, onde o software de gerenciamento UTM roda diretamente no controle remoto da aeronave, consolidando a consciência situacional em uma única tela.

- **Voo 01: Bloqueio de Ativação por Restrição Prévia** O operador solicitou uma OIR para um horário futuro. Antes da decolagem, criou-se uma restrição sobrepondo a área. Ao tentar iniciar a missão, o sistema bloqueou a ativação no solo, exibindo claramente o motivo da interdição.
- **Voo 02: Notificação de Restrição Dinâmica e Finalização** Com o drone já em voo, uma nova restrição foi ativada. O sistema notificou o operador diretamente na interface de comando, que procedeu com a finalização segura da missão.
- **Voo 03: Desvio de OIR e Criação de Volume Não-Conforme** O operador forçou a saída lateral da área autorizada. O aplicativo sinalizou visualmente a entrada em estado não-conforme e o ecossistema UTM passou a exibir o volume de proteção atualizado para os demais atores do espaço aéreo.

Speedbird

Como fabricante e operadora, a Speedbird integrou sua **GCS (Ground Control Station)** diretamente ao UTM, permitindo uma comunicação profunda entre a telemetria da aeronave e o serviço de rede.

- **Voo 01: Desconflito Estratégico em Solo** O USS da Speedbird realizou uma consulta ao DSS onde já constava uma OIR ativa de outro provedor. O sistema impediu que o operador iniciasse a operação, garantindo a separação básica entre aeronaves de diferentes empresas.
- **Voo 02: Decisão de Contingência em Restrição Dinâmica** Ao receber um alerta de restrição dinâmica durante o voo, o operador utilizou as informações da estação de pilotagem para selecionar a alternativa de pouso mais segura e rápida, encerrando a operação com sucesso.
- **Voo 03: Teste de Cerca Virtual (Controle Manual)** O operador assumiu o comando manual e tentou acelerar o drone contra o limite da OIR. O sistema de navegação da aeronave, integrado aos dados de volume do UTM, considerou a inércia e impediu que o drone saísse da área, atuando como uma trava física automática de segurança.

5. Conclusão Operacional

Um grande ganho deste ensaio foi a validação da Lógica de Volumes Não-Nominais:

Cenário	Objetivo	Resultado Observado
Desvio de OIR	Validar alertas de conformidade	Transição precisa de "Ativa" para "Não-Conforme" com prompts de correção.
Restrição Dinâmica	Testar reação a fechamento de área	Bloqueio imediato de ativação e comando de pouso em áreas seguras.
Volume Não Nominal	Proteção de terceiros	USS notificou o ecossistema criando áreas de exclusão baseadas na autonomia da bateria.
Intervenção de Inércia	Segurança física	O drone respeitou os limites geográficos mesmo sob comando manual agressivo.

O III Ensaio de Campo do BR-UTM provou que a tecnologia de suporte ao operador está pronta para lidar com imprevistos de forma automatizada. A principal lição para os operadores é que o UTM não atua apenas como um "fiscal", mas como uma ferramenta de **consciência situacional**.

A capacidade dos USSs de gerarem volumes não nominais e impedirem decolagens em áreas restritas garante que o erro humano ou falhas técnicas sejam contidos antes de afetarem a segurança geral do espaço aéreo. O próximo passo envolve a maturação dos tempos de resposta para operações em larga escala e a integração total com a detecção de drones não colaborativos via Arsitec.

Revision #10

Created 18 December 2025 14:39:12 by Rafael Albarello

Updated 20 August 2026 17:48:51 by João Pedro Favoretti