MÉTRICAS PARA SIMULAÇÃO DE TRÁFEGO AÉREO

Jorge Wilson de Ávila Penna
Comando da Aeronáutica – Ministério da Defesa

Recentemente, o Brasil liderou o bloco dos países da América do Sul, atendendo a recomendação da Organização de Aviação Civil Internacional (OACI), no processo de implementação do conceito de Separação Vertical Mínima Reduzida (RVSM) no espaço aéreo continental brasileiro, sendo de vital importância para tal feito a utilização de simulação de tráfego aéreo para a obtenção das análises necessárias.

Para a realização de tais análises, diversas etapas de um projeto de simulação tiveram que ser executadas, tais como: coletas de dados, tabulações de dados, questionários, elaboração de cenários, identificação do problema e definição de métricas. A percepção do fato de que todas estas etapas são de alguma forma similares com as etapas de uma pesquisa científica levou ao desenvolvimento, por parte do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), de uma metodologia de simulação para que se pudesse avaliar a melhor estratégia de implementação de novos conceitos de Gerenciamento de Tráfego Aéreo (ATM), de modo a realizá-la de forma segura e com benefícios para os usuários do Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SISCEAB).

Nesse contexto, este artigo objetiva apresentar métricas utilizadas no projeto de simulação de tráfego aéreo do DECEA para a implementação do conceito RVSM, em janeiro de 2005, e as métricas propostas no projeto de simulação para a implementação do conceito de Navegação Baseada em Performance (PBN) em Área Terminal (TMA), prevista para março de 2008.

Para que se pudesse avaliar o impacto da aplicação do conceito RVSM no espaço aéreo continental brasileiro a partir do ano de 2005, foram concebidos três cenários a serem simulados em tempo real. Em cada passagem dos exercícios nos diferentes cenários, tornou-se necessário a coleta de métricas que serviram para auxiliar os especialistas do Grupo de Simulação RVSM Continental no processo de análise a partir da comparação dos dados obtidos.

Quanto aos possíveis cenários, levando-se em consideração os aspectos a serem avaliados de forma objetiva e/ou subjetiva, a partir das métricas selecionadas, foram estabelecidas três condições básicas para os cenários a serem simulados, a saber: Cenário 1: sem a aplicação do conceito RVSM ("Baseline"); Cenário 2: com a aplicação do conceito RVSM em um espaço aéreo exclusivo, ou seja, sem a acomodação de aeronaves não aprovadas RVSM; e Cenário 3: com a aplicação do conceito RVSM, entre o FL[7] 290 e FL 410, permitindo-se a acomodação de aeronaves não aprovadas RVSM.

Com relação ao estabelecimento de métricas a serem avaliadas, foram listadas as seguintes métricas de tempo e/ou quantidade desejáveis de serem obtidas e comparadas ao final da simulação, por permitir uma boa avaliação dos efeitos da aplicação do conceito RVSM sobre a carga de trabalho do controlador: comunicações solo/ar; comunicações solo/solo; tarefas observáveis do controlador de tráfego aéreo; incidentes ocorridos; e solicitação de níveis de vôo não atendidos, conforme serão detalhadas.

As comunicações solo/ar constituem um dos principais fatores que influenciam a carga de trabalho do controlador de tráfego aéreo. Quanto maior o tempo despendido nas comunicações solo/ar, menor o tempo disponível para outras ações típicas de controle de tráfego aéreo e maior a carga de trabalho do controlador. Cenários mais complexos, tais como setores responsáveis pelo controle de subidas e descidas de aeronaves ou por acomodação de aeronaves não aprovadas RVSM, tendem a tornar necessária uma carga mais significativa deste tipo de comunicação. A medição do tempo gasto nas comunicações solo/ar é um dos fatores que poderia levar a conclusões sobre as conseqüências da implementação da RVSM na carga de trabalho do controlador. Deveria-se medir o número de comunicações solo/ar e o total do tempo despendido nessas comunicações com cada aeronave, em intervalos de tempo especificados, observando a sistemática de coleta de dados estabelecida. A comparação dos totais de tempo gastos com comunicação solo/ar nos diversos cenários propiciou informações, que auxiliaram na orientação da melhor forma de implementação do conceito RVSM.

[7] Refere-se ao nível de vôo (Flight Level) utilizado por uma aeronave.

De forma similar às comunicações solo/ar, as comunicações entre órgãos ATS[8] adjacentes e entre setores do mesmo órgão ATC[9], destinadas à coordenação de tráfego aéreo, tendem a aumentar em cenários ATC mais complexos. Deveria ser medido o número de comunicações solo/solo e o total do tempo despendido nas comunicações solo/solo em intervalos de tempo especificados, observando a sistemática de coleta de dados estabelecida. A comparação dos tempos totais de comunicações solo/solo nos diversos cenários também proporcionou informações sobre as conseqüências da implementação da RVSM, e, em especial, do impacto na carga de trabalho do controlador.

Para efeito dessa simulação, as tarefas observáveis foram as ações realizadas pelo controlador de tráfego aéreo na posição de controle efetiva, durante a prestação dos Serviços de Tráfego Aéreo (ATS). Constituem-se, basicamente, das seguintes tarefas: comunicações solo/ar, ações no teclado e preenchimento de fichas de progressão de vôo. De forma similar às métricas citadas anteriormente, em um ambiente de alta complexidade, existe a tendência para um aumento do tempo gasto na execução das tarefas observáveis, reduzindo-se o tempo destinado ao planejamento do tráfego por parte do controlador, afetando a capacidade de controle simultâneo de aeronaves e a capacidade ATC dos setores de controle. A comparação dos tempos gastos na execução das tarefas observáveis do controlador de tráfego aéreo nos diversos cenários permitiu analisar o efeito da implementação da RVSM no espaço aéreo brasileiro. O somatório dos tempos gastos nas tarefas observáveis do controlador de tráfego aéreo foi medido através da metodologia estabelecida.

Um ambiente operacional de alta complexidade normalmente é mais favorável à ocorrência de incidentes de tráfego aéreo. Considerou-se como incidente de tráfego aéreo, na referida modelagem, a condição na qual a proximidade entre aeronaves resultasse em separação menor que o mínimo estabelecido pelas normas vigentes. Deveriam ser identificados e contabilizados os incidentes de tráfego aéreo ocorridos em cada cenário. A comparação entre o número de incidentes ocorridos na "Baseline" e nos demais cenários propiciou informações sobre a tendência de ocorrência de incidentes em um ambiente RVSM.

A aplicação da RVSM deveria acarretar um melhor atendimento dos usuários em perfis ótimos de vôo. Desta forma, tornou-se essencial que fossem coletados dados acerca dos vôos de aeronaves não atendidas nos níveis de vôo solicitados nos diversos cenários, identificando-se a diferença entre o nível de vôo solicitado e o nível de vôo autorizado para cada uma das aeronaves não atendidas. Esta métrica propiciou a conclusão sobre a melhor opção do ponto de vista do usuário. Caracterizou-se uma aeronave não atendida no nível solicitado aquela que fosse autorizada para um FL diferente do solicitado, em qualquer uma das fases do vôo.

Para a coleta de dados referentes à Simulação RVSM em Tempo Real foram elaboradas planilhas e formulários para a coleta de dados correspondentes a cada métrica, além de um questionário a ser aplicado aos controladores de tráfego aéreo, permitindo, também, uma avaliação subjetiva dos seguintes aspectos: carga de trabalho, complexidade da situação, potencial para erros, impressões gerais sobre os diversos cenários e sugestões de procedimentos.

No projeto de simulação, atualmente em desenvolvimento, para a implementação do conceito de Navegação Baseada em Performance (PBN) em Área Terminal (TMA) foram listadas as seguintes métricas: comunicações solo/ar; comunicações solo/solo; tarefas observáveis do controlador de tráfego aéreo; e incidentes ocorridos.

Dentre os principais objetivos do Projeto de Simulação PBN podem ser destacados os seguintes:
a) Validar a estrutura de espaço aéreo associada à implementação da PBN;
b) Avaliar o impacto da implementação PBN em TMA, a partir da comparação de métricas obtidas com a simulação de cenários propostos, principalmente com relação à carga de trabalho dos controladores de tráfego aéreo;
c) Dar o suporte necessário às análises custo-benefício;
d) Propiciar capacitação de recursos humanos de tráfego aéreo responsáveis pela disseminação do conceito PBN;
e) Desenvolver o processo de treinamento necessário para a capacitação dos controladores de tráfego aéreo dos órgãos envolvidos com a aplicação do conceito PBN; e
f) Iniciar o desenvolvimento de normas e procedimentos ATC associados à implementação PBN.

---

[8] ATS refere-se aos serviços de tráfego aéreo, neste caso a órgãos que prestam os serviços de tráfego aéreo.
[9] ATC refere-se ao controle de tráfego aéreo, neste caso a órgãos que prestam controle de tráfego aéreo.

Vale ressaltar que para a consecução dos objetivos propostos é fundamental a utilização de métricas apropriadas para simulação de tráfego aéreo que possam facilitar o processo de análise e conduzir a resultados coerentes com um cenário futuro real, validando todo o trabalho de investigação científica realizada com o apoio de simuladores, bem como permitir que essas implementações ocorram de forma segura e com benefícios para os usuários do Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro.