



**Vigésima Primera Reunión del Grupo Regional de Planificación y Ejecución del Caribe y Sudamérica (GREPECAS/21)**

Santo Domingo, República Dominicana, 15 al 17 de noviembre de 2023

**Cuestión 4 del  
Orden del Día:**

**Programa de trabajo del GREPECAS**

**IMPLEMENTACIÓN DE LA VIGILANCIA ADS-B EN BRASIL**

(Presentada por Brasil)

**RESUMEN EJECUTIVO**

Esta Nota de Estudio tiene como objetivo compartir la experiencia y los desafíos brasileños en la implantación de sistemas ADS-B nacionales, su regulación y necesidades de capacidad de monitoreo.

<i>Objetivos Estratégicos:</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad y eficiencia de la navegación aérea</li><li>• Seguridad Operacional</li></ul>
<i>Referencias:</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Comando da Aeronáutica. Concepção Operacional ATM Nacional (CONOPS - DCA 351-2/ 2021)</li></ul>

**1. Introducción**

1.1 Teniendo en cuenta la inmensidad de las regiones de información de vuelo bajo su responsabilidad, Brasil tiene un enorme desafío, que es proporcionar vigilancia, a fin de cumplir con los preceptos ATS existentes, de conformidad con las directrices de la OACI.

1.2 El programa estratégico del DECEA (Departamento de Control del Espacio Aéreo Brasileño) para la evolución de la gestión del tráfico aéreo brasileño, SIRIUS-BRASIL, alineado con las recomendaciones contenidas en el Documento 9750 y con ASBU, considera la implementación de varios sistemas de vigilancia para satisfacer las demandas operativas identificadas, contribuyendo a la evolución de los futuros conceptos de ATM.

1.3 La vigilancia actual se apoya principalmente en radares primarios y secundarios. Brasil también tiene un sistema ADS-C para su aplicación en el corredor EUR/SAM (FIR-AO), desde 2009, con capacidades CPDLC, y una pequeña red ADS-B instalada en una región offshore, cerca de Río de Janeiro.

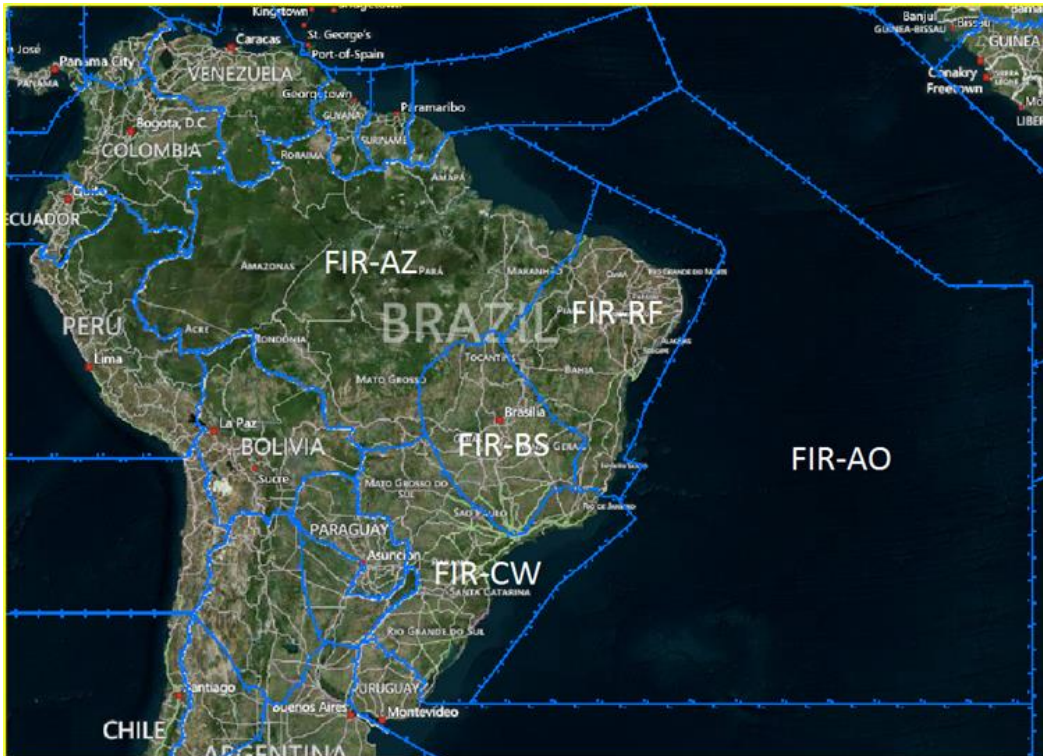


Fig 1 – FIR Brasilenãs

1.4 Debido a la demanda de tráfico aéreo en Cuencas Petroleras, la vigilancia ATS basada en ADS-B OUT se implementó inicialmente en Brasil y está operativa desde noviembre de 2018, en la región de la Cuenca de Campos al este del Estado de Río de Janeiro.

1.5 Además, hay otros proyectos en curso, que apoyarán la cuenca petrolera de Santos, las otras vías aéreas en el espacio aéreo oceánico y el área territorial superior a FL 245.

1.6 Toda la infraestructura de vigilancia en Brasil es compartida para aplicaciones civiles y militares y es administrada por DECEA, que es una de las organizaciones de la Fuerza Aérea Brasileña. La implementación de nuevos sistemas de vigilancia tiene como objetivo elevar la calidad del servicio prestado, reduciendo costos y permitiendo una evaluación racional de dónde es conveniente mantener la cobertura del radar, considerando factores estratégicos y relación costo/beneficio.

1.7 Los Centros Brasileños ATC y APP están equipados con el software SAGITARIO, que ya está preparado para integrar señales ADS-B, además de los enlaces de radar previamente establecidos. Este sistema de visualización ya ha sufrido importantes actualizaciones y tiene como objetivo automatizar los procedimientos de visualización e integración de datos de los diversos sensores de vigilancia existentes, como se muestra en el siguiente diagrama:

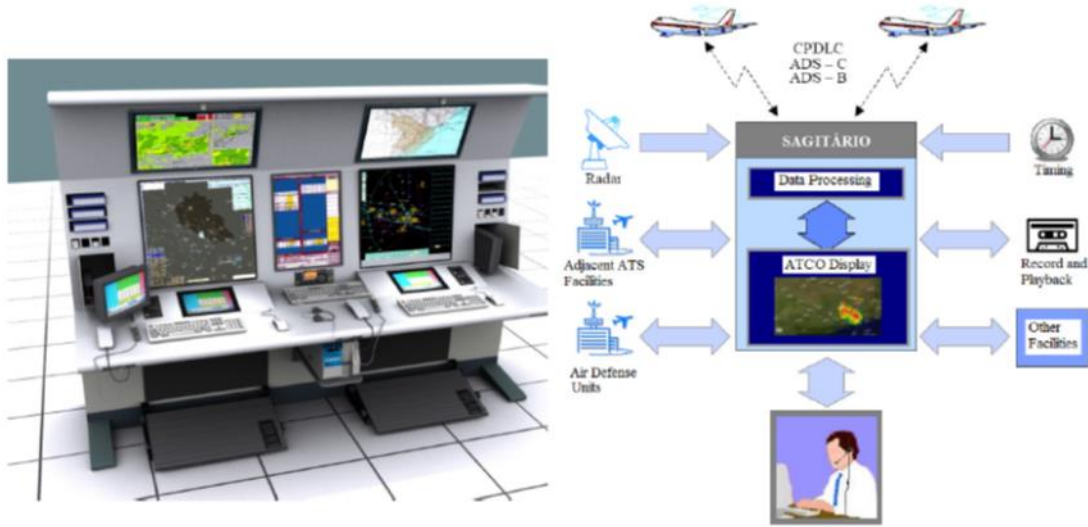


Fig 2 – Sistema de Automatización (SAGITARIO)

## 2. Discusión

2.1 La Concepción Operacional Nacional ATM (CONOPS - DCA 351-2) considera que el servicio de vigilancia en el espacio aéreo bajo jurisdicción brasileña debe mejorarse y extenderse a áreas oceánicas y remotas, atendiendo las necesidades de cobertura en las áreas de mayor densidad de tráfico aéreo, así como buscando la relación costo-beneficio más favorable para los usuarios del espacio aéreo y el proveedor de servicios de navegación aérea.

2.2 Por lo tanto, la mejora de la vigilancia ATS se centra en la implementación de la vigilancia dependiente automática (ADS), utilizando enlaces de datos tierra-aire y aire-aire, combinados con sistemas de navegación de aeronaves suficientemente precisos y confiables.

2.3 En este contexto, la vigilancia debe evolucionar gradualmente para permitir un aumento del conocimiento situacional de la tripulación. (ADS-B IN).

### 2.4 Vigilancia ADS-B en cuencas petrolíferas

2.4.1 Debido a la demanda de tráfico aéreo en Cuencas Petroleras, la vigilancia ATS basada en ADS-B OUT se implementó inicialmente en Brasil en 2018, como medio primario de vigilancia y como parte del Proyecto para la Mejora de los Servicios de Vigilancia Aeronáutica en la Cuenca de Campos, que incluye el espacio aéreo oceánico en el área cercana a la ciudad de Campos, en la TMA Macae.

2.4.2 Sin embargo, los beneficios del ADS-B también son posibles en el área de cobertura radar de la Región de Campos, ya que los datos son proporcionados por los diferentes sensores de vigilancia, incluidas estas estaciones ADS-B y radares que tienen algún tipo de cobertura parcial en esta área, que se integran en el procesamiento y visualización de datos de la APP Macaé.

2.4.3 Por lo tanto, hay 2 (dos) estaciones en lugares estratégicos de la costa y 4 (cuatro) estaciones ADS-B instaladas en plataformas petrolíferas costa afuera, donde se aplican todos los requisitos para el uso de ADS-B en un área sin cobertura radar (ADS-B NRA - Non-Radar-Airspace).

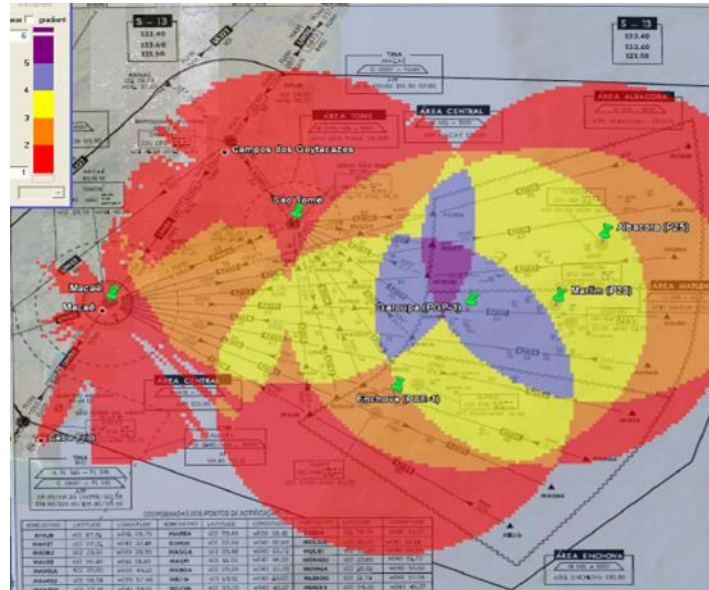


Fig 3 – TMA Macaé\_Cobertura ADS-B a 500 pies AMSL

2.4.4 Con base en las lecciones aprendidas en la Cuenca de Campos, la implementación de ADS-B en la Cuenca Petrolera de Santos ocurrirá hasta 2025.

2.4.5 La Cuenca Petrolera de Santos cubre un área de aproximadamente 350.000 kilómetros cuadrados, lo que impone nuevos desafíos operativos y logísticos a los gerentes. Actualmente, la circulación aérea en esta región se realiza mediante helicópteros modernos y rápidos, en rutas de hasta 200 millas náuticas (370 km).

2.4.6 Las implantaciones en la Cuenca de Santos y, en el futuro, en la Cuenca de Espírito Santo seguirán un formato similar al utilizado en la Cuenca de Campos (TMA-Macaé). En estas regiones habrá espacio aéreo con cobertura de radar/ADS-B y regiones sobre el océano con cobertura sin radar (ADS-B NRA).

## 2.5 Vigilancia ADS-B en el espacio aéreo oceánico.

2.5.1 De acuerdo con los resultados de los análisis sobre el uso del satélite ADS-B en áreas de interés en Brasil, el DECEA consideró oportuno y técnicamente factible que la necesidad de mejorar la cobertura de vigilancia requerida en el espacio aéreo oceánico se satisfaga mediante el uso del servicio de ADS-B basado en espacio, que será pionero en Brasil.

2.5.2 En este contexto, el uso de ADS-B espacial será la contratación del servicio de una constelación de satélites que proporcionarán Vigilancia del Tránsito Aéreo (ATM) en la FIR-AO, bajo la jurisdicción del DECEA, que Comprende un vasto espacio aéreo remoto, sobre el Océano Atlántico, que mide aproximadamente 11 millones de kilómetros cuadrados.



Fig 4 - Evolução anual del movimiento en FIR Atlântico

2.5.3 La capacidad de rastrear con precisión una aeronave permite que el Servicio de Control de Tráfico Aéreo (ATC) sea alertado cuando se detecta tráfico que se desvía de su ruta o altitud / nivel de vuelo autorizado. Asimismo, se pueden percibir y corregir trayectorias conflictivas de dos o más aeronaves, que han sido llevadas a una condición de reducción de las separaciones establecidas. También se proporcionan alertas cuando la aeronave excede las altitudes mínimas de seguridad o entra inadvertidamente en el espacio aéreo restringido.

2.5.4 La vigilancia debe evolucionar para permitir, además de un aumento en el conocimiento de la situación de ATCO en relación con las aeronaves, también aplicaciones que permitan aumentar el conocimiento de la situación de las tripulaciones en relación con otros vuelos.

2.5.5 El sistema de vigilancia ATS permitirá transmitir periódicamente a la unidad de control los siguientes parámetros: identificación de la aeronave (dirección de 24 bits e identificación de vuelo según el plan de vuelo), posición (latitud, longitud y altitud de presión), velocidad 3D y calidad de la información de posicionamiento.

2.5.6 Paralelamente a este proyecto de vigilancia en la FIR-AO, se encuentra en marcha la implementación de la Comunicación y Vigilancia Basada en la Performance (PBCS) en la Región de Información de Vuelo del Atlántico (FIR-AO). Esta actuación aportará nuevos requisitos en los sistemas automatizados, con el fin de mejorar la evaluación y cumplimiento del rendimiento del enlace de datos para comunicaciones (CPDLC) y para la vigilancia a implementar.

2.5.7 Por lo tanto, DECEA implementará la vigilancia ADS-B basada en el espacio (satélite) para el año 2026.

## 2.6 Vigilancia ADS-B en el espacio aéreo continental.

2.6.1 Inicialmente, el sistema ADS-B cubrirá las operaciones de ruta en el continente, a partir de FL 245, con prioridades enumeradas en una implementación por fases. Los radares se mantendrán como un medio alternativo de vigilancia aeronáutica, así como resistirán la fase de transición.

2.6.2 El diseño de la ATM nacional considera que el servicio de vigilancia bajo jurisdicción brasileña debería mejorarse y ampliarse para satisfacer las necesidades de cobertura en áreas de mayor densidad de tráfico aéreo. Esta evolución se producirá gradualmente, permitiendo aumentar la conciencia situacional de la tripulación (ADS-B IN) y mejorar la capacidad ATC, ATFM y ASM (ADS-B OUT). La aprobación de

las aplicaciones ADS-B IN estará sujeta a la existencia de una demanda, debidamente respaldada por un análisis de costo/beneficio, para su activación en un espacio aéreo determinado.

2.6.3 A pesar de actuar inicialmente en apoyo de los vuelos por encima de FL 245, el sistema ADS-B se está dimensionando, teniendo en cuenta las trayectorias homogéneas, en ruta. La siguiente figura muestra cómo se distribuirán las 66 estaciones, así como la cobertura planificada.

2.6.4 La cobertura esperada será significativamente superior a la utilizada actualmente con los radares, ya que, con la instalación de estaciones ADS-B, se proporciona una cobertura duplicada, especialmente en la actitud de la ruta, lo que hace que el sistema sea prácticamente inmune a cualquier ineficiencia en el equipo local.

2.6.5 De acuerdo con un proceso evolutivo, la implementación de ADS-B y las aplicaciones deben seguir los siguientes pasos:

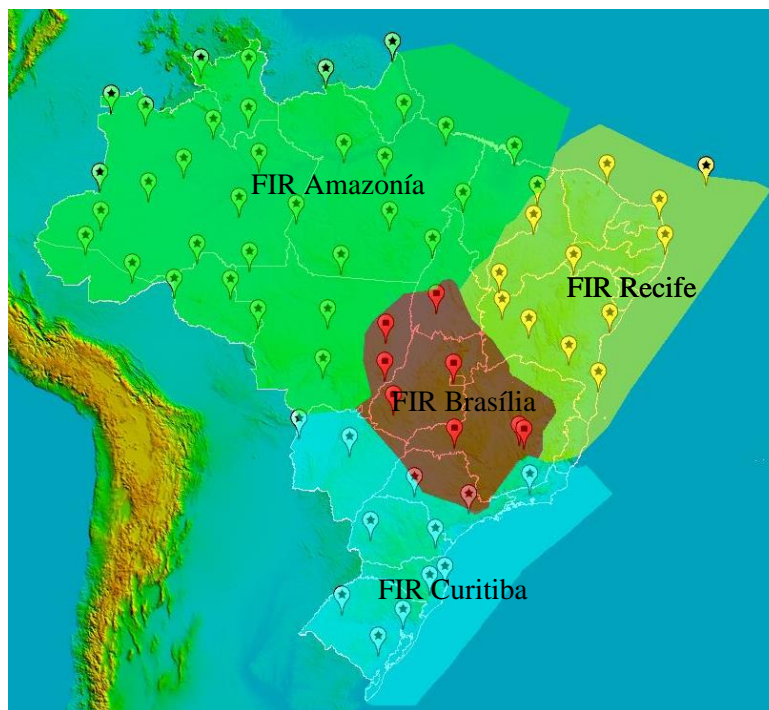


Fig 5 – Fases de la implementación

- a) **Fase 1 (enero 2023 – julio 2024):** implementación de ADS-B OUT en el volumen de espacio aéreo correspondiente a la FIR Recife, con el objetivo de priorizar parte del corredor EURO SAM y confirmar los beneficios operacionales y los desafíos técnicos iniciales de ADS-B en el espacio aéreo nacional, identificando los requisitos específicos del sistema, incluida la viabilidad de utilizar ADS-B para la separación de aeronaves hasta 5 NM.

El conocimiento obtenido en la operación del paso 1, tanto del sistema terrestre como del equipamiento de la flota existente, permitirá ajustes para la implementación de la siguiente etapa. Este paso debe cumplir con los requisitos establecidos en los estándares para un entorno operativo ADS-B NRA y ADS-B RAD para admitir la separación mínima de 5 NM aeronaves;

- b) **Fase 2 (Mar 2024 – diciembre 2024):** con base en la experiencia adquirida en la fase 1, la infraestructura terrestre se complementará para ampliar la cobertura del sistema ADS-B para permitir el servicio de vigilancia ATS a través de la FIR de Curitiba;
- c) **Fase 3 (diciembre 2024 – agosto 2025):** complemento del corredor EURO-SAM, a través de la integración de sensores ADS-B a la FIR Brasilia;
- d) **Fase 4 (agosto 2025 al mayo 2026):** integración de sensores ADS-B a la FIR de Amazonía, complementando la vigilancia ADS-B por encima de FL 245 en todo el territorio nacional.

2.6.6 Desde y durante la implementación de ADS-B Continental, se debe hacer énfasis en los estudios centrados en el despliegue y uso operativo de aplicaciones a bordo basadas en ADS-B IN. La aprobación de estas solicitudes estará sujeta a los SARPS inherentes, así como a la existencia de una demanda debidamente respaldada por un análisis de coste/beneficio para su activación en determinados espacios aéreos.

2.6.7 Toda la infraestructura necesaria para ADS-B admitirá la transmisión de mensajes de Modo S Extended Squitter en la frecuencia de 1090 Hz, de acuerdo con los siguientes documentos: Anexo 10 - Volumen IV de la OACI, DOC 9871, RTCA DO-242A y DO-260B.

## 2.7 Regulación.

2.7.1 El sistema de vigilancia ADS-B se aplicará en el espacio aéreo superior continental brasileño con el objetivo de garantizar la evolución de la gestión del control del tráfico aéreo en las zonas con mayor densidad de tráfico aéreo.

2.7.2 Por lo tanto, en Brasil, el ADS-B será operacionalizado en el espacio aéreo continental superior, con el fin de permitir una mayor disponibilidad y continuidad del servicio de vigilancia ATS.

2.7.3 Toda la estrategia de operacionalización se centra en el uso del ADS-B OUT 1090 Extended Squitter y la versión DO 260B por parte de los operadores, teniendo en cuenta las necesidades operacionales brasileñas y con miras a proporcionar el servicio armonizado de vigilancia ADS-B, en términos de requisitos, con otros proveedores internacionales de navegación aérea.

2.7.4 Con este fin, el sistema ADS-B a bordo de las aeronaves proporcionará a las estaciones terrestres/plataformas el siguiente conjunto mínimo de parámetros:

- a) identificación de las aeronaves;
- b) identificación de Posición Especial (SPI);
- c) indicador de emergencia;
- d) altitud barométrica;
- e) posición de la aeronave – latitud y longitud;
- f) situación de emergencia; y
- g) indicador de calidad.

2.7.5 A partir del 25 de febrero de 2027, todas las aeronaves que operan en el espacio aéreo superior brasileño, en FL 245 o superior, deben estar equipadas con aviónica que cumpla con la nueva tecnología de vigilancia ADS-B OUT 1090 ES, versión DO-260B.

2.7.6 Las aeronaves sin capacidad ADS-B OUT no podrán colaborar con el servicio ATC y, por lo tanto, no podrán operar en FL 245 o superior. Esto tiene como objetivo una mayor eficiencia y seguridad en la prestación de servicios de tránsito aéreo.

2.7.7 La certificación de aeronaves y la aprobación de las compañías aéreas para el uso de ADS-B OUT en el espacio aéreo brasileño se obtendrán de acuerdo con las normas y procedimientos establecidos por la Agencia Nacional de Aviación Civil (ANAC).

## 2.8 Monitoreo de señales ADS-B

2.8.1 Brasil se adhirió a la guía de monitoreo de señales ADS-B puesta a disposición por la OACI durante GREPECAS 20 (NE28), celebrada en Brasil, en la ciudad de Salvador.

2.8.2 Así, paralelamente a la implantación del sistema ADS-B continental, se está planteando una lista de necesidades estructurales y herramientas estadísticas y se está elaborando un plan de acción para lograr esta capacidad de seguimiento de las señales ADS-B.

## 3. **Conclusión**

3.1 Se invita al Grupo tomar nota de la información presentada que proporciona una actualización de las actividades de Vigilancia ADS-B en Brasil.

-----