

# CGNA

## Calculo de Capacidad ATC

Mayor Cezar



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



**Cálculo de capacidad de una  
posición de control de  
dependencia ATC (número N).**





# Utilización del Número N

Parámetros  
instalación de  
equipos

Complejidad del  
sector

Numero N

Parámetros para  
simulación

Parámetro para  
apertura del  
sector



Dimensionamiento  
del efectivo

ntrole



A304  
136



## Objetivo:

Conocer y aplicar la metodología de recolecta de datos y cálculo para la obtención de capacidad de una posición de control de dependencia ATC (número N) para que puedan enseñar las técnicas en sus Estados.



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo





## AGENDA:

- ❑ Variables relacionadas a los ATCO's;
- ❑ Variables que constituyen el número de capacidad de una posición de control;
- ❑ Informaciones sobre la recolecta de datos;



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



# VARIABLES RELACIONADAS A LOS ATCO'S



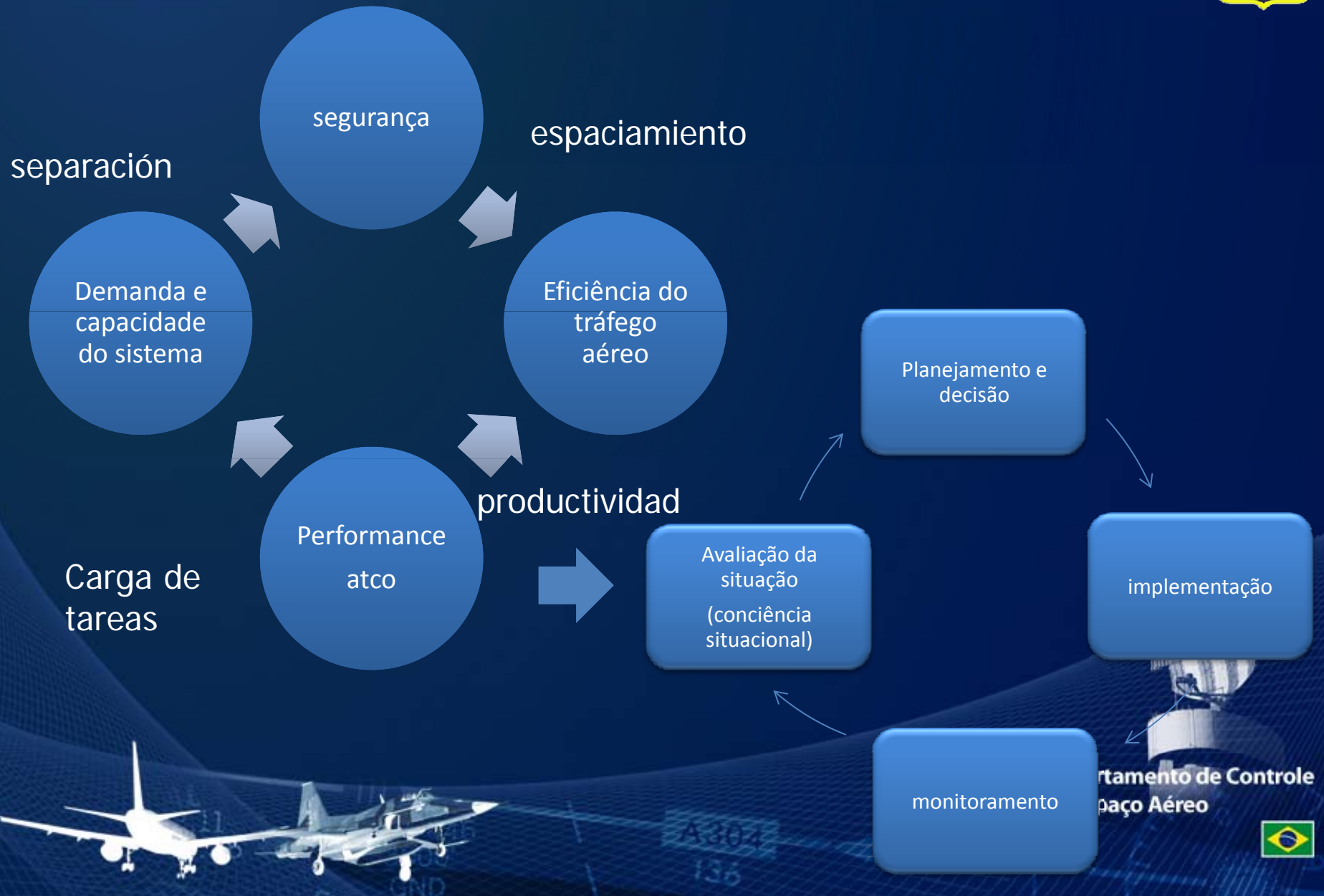
## DISEÑO INICIAL DEL SECTOR



Departamento de Controle do Espaço Aéreo



# VARIABLES RELACIONADAS A LOS ATCO'S



# EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD



## DOC 4444- ATM - ICAO

### 3.1.2 Evaluaciones de la capacidad

Al evaluar los valores de la capacidad, entre los factores que deberían tenerse en cuenta se incluyen, entre otros:

- a) el nivel y el tipo de ATS suministrado;
- b) la complejidad estructural del área de control, del sector de control o del aeródromo de que se trate;
- c) la carga de trabajo del controlador, incluidas las tareas de control y de coordinación que ha de desempeñar;
- d) los tipos de sistemas en uso de comunicaciones, navegación y vigilancia, su grado de fiabilidad y disponibilidad técnicas, así como la disponibilidad de sistemas o procedimientos de reserva;
- e) la disponibilidad de los sistemas ATC que proporcionan apoyo a los controladores y funciones de alerta; y
- f) cualquier otro factor o elemento que se juzgue pertinente para la carga de trabajo del controlador.



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



# EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD



**En Brazil, la metodología se basa en la carga de las comunicaciones y en el ATCO.**



# EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD



❑ No se aplica a TWR

❑ Numero N APP y ACC → Capacidad instantánea

$N=8$

$V = 360 \text{ NM/h} \rightarrow 6 \text{ NM/min}$

$TMA = 60 \text{ NM} \rightarrow 10 \text{ min}$

$01 \text{ anv} \rightarrow 10 \text{ min} \rightarrow 60 \text{ min}/10 = 6 \text{ períodos}$

$8 \cdot 6 = 48 \text{ movimientos/h}$



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo





**Complejidade de sector**



# COMPLEJIDAD DEL SECTOR



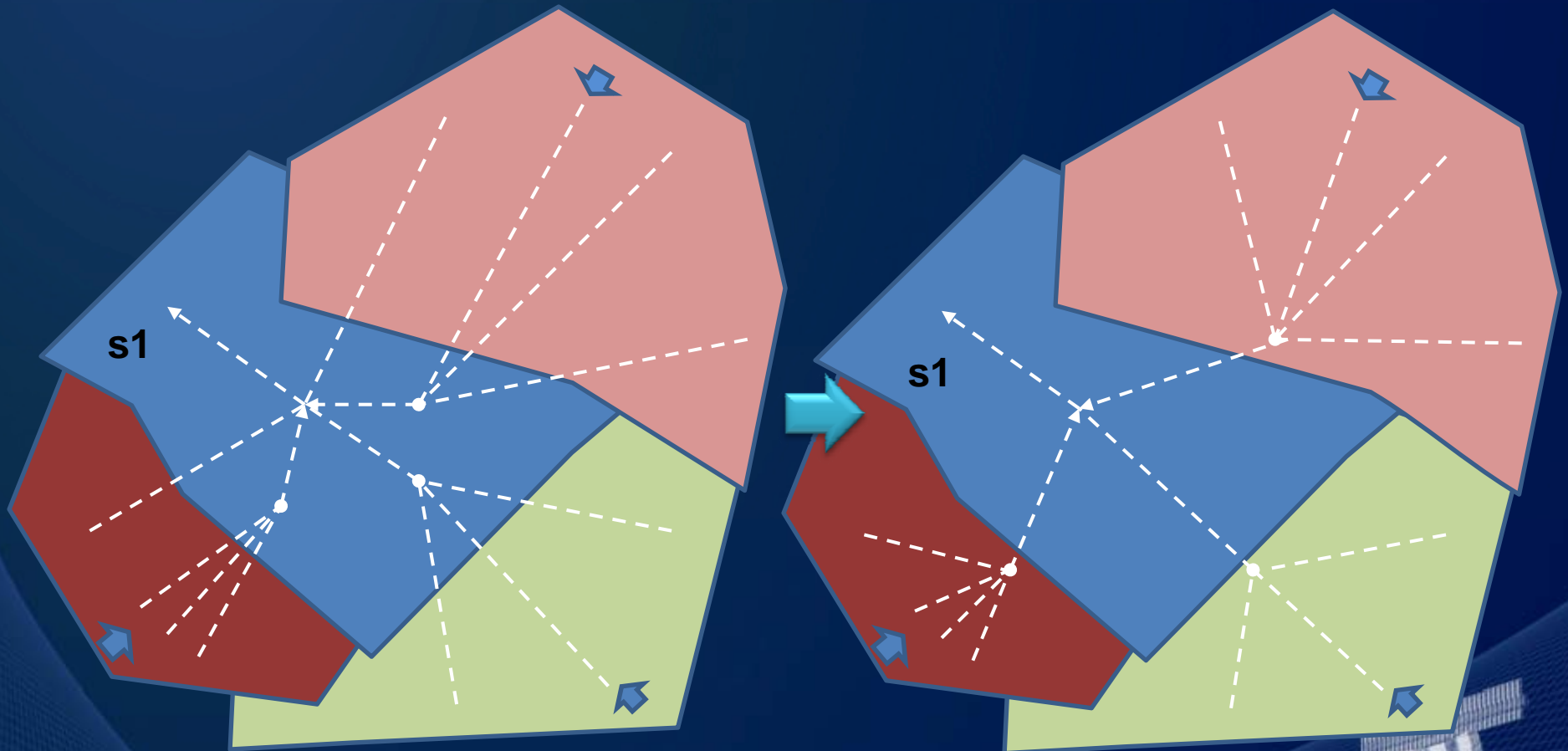
Complejidad del sector – (DOT/FAA/CT-TN95/22).

**Complejidad ATC** = complejidad del sector  
+ complejidad del tránsito.

- **Complejidad del sector** – depende del tamaño, presencia de EAC , obstáculos, alcance radar y VHF, cruces, subidas y decidas.

- **Complejidad del tránsito** – mix de aeronaves, densidad.

# COMPLEJIDAD DEL SECTOR



Departamento de Controle do Espaço Aéreo



# COMPLEJIDAD DEL SECTOR



- En la metodología brasileña ( Ica 100-30) la complejidad es mensurada a través de la relación  $n \cdot tm$ .



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



# CAPACIDAD DECLARADA



- ❑ Factores temporales (juicio operacional):
  - Condiciones atmosféricas;
  - Restricción de la capacidad de pista;
  - (interdicción por obras );
  - Restricción de la capacidad debido a la inoperancia de auxilios a la navegación (ex: ILS ).



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo

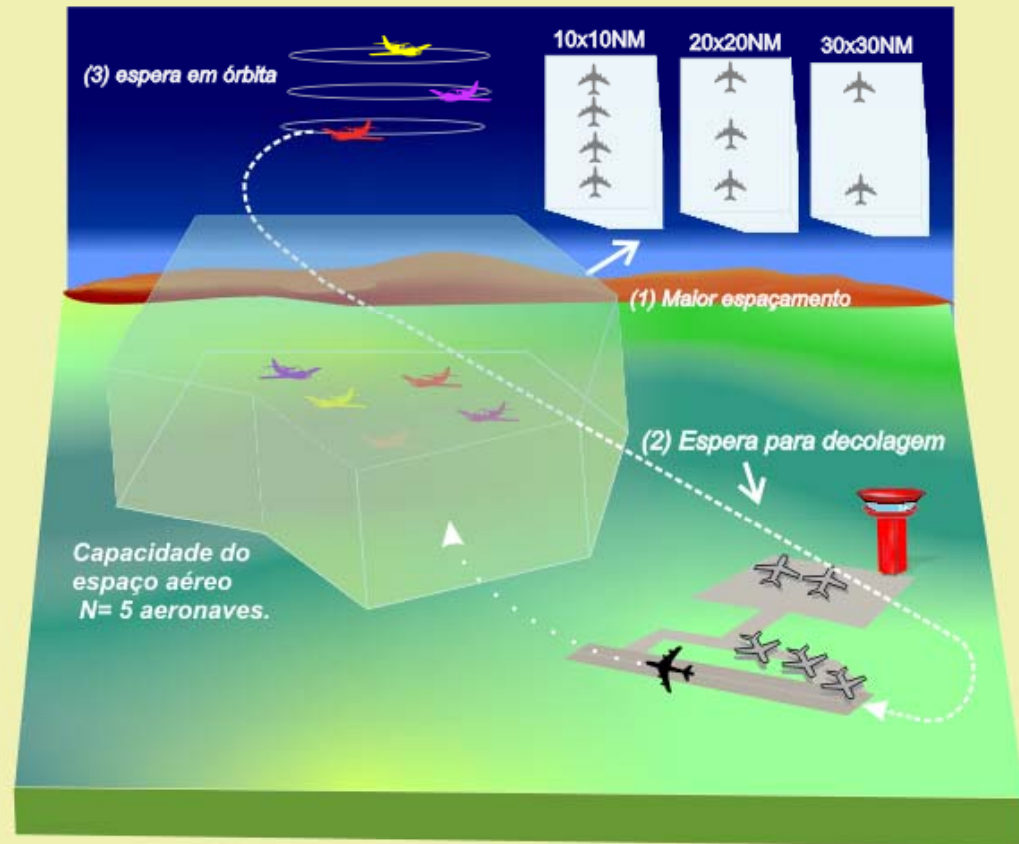


# Restricción en el Espacio Aéreo



## ❑ Sector impactado:

- recarga;
- meteorología.



$$N = \frac{f \cdot T}{n \cdot t_m}$$

carga

**a) funciones directas:**

- (1). factor de disponibilidad del Controlador (f);
- (2). tiempo promedio volado por la aeronave en el sector (T).

**b). funciones inversas:**

- (1). número de comunicaciones para cada aeronave en el sector (n) ;
- (2). tempo promedio de duración de cada mensaje (tm);



Departamento de Controle do Espaço Aéreo



# Factor de disponibilidad



Es el porcentual del tiempo dedicado exclusivamente a las comunicaciones (transmisiones/recepción) con las aeronaves. **No** están incluidos en este parámetro, los tiempos despendidos con las otras actividades relacionadas directamente con el control, como:

- relleno del FPV,
- coordinación entre dependencias/sectores,
- identificación de blancos, transferencias y, también,
- el tiempo destinado a la distribución y planeamiento considerado.



Departamento de Controle do Espaço Aéreo



# Factor de disponibilidad



- Cuanto mayor el "factor de disponibilidad" ( $f$ ) de un Controlador, mayor su capacidad de control simultaneo.
- La "  $f$  " é mayor cuando existe un asistente y sistemas automáticos de:
  - tratamiento de plan de vuelo;
  - transmisión de mensajes ATS;
  - identificación de blancos,
  - correlación de pistas/planos de vuelo,
  - transferencias automáticas de control ("hand-off").



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



# Factor de disponibilidad



Se considera la carga de trabajo de un controlador la suma de los tiempos gastos con:

- a) comunicación (transmisión/recepción) o "f";
- b) actividades manuales (relleno de "strips") y coordinación; y
- c) planeamiento y distribución del tránsito.



- Esfuerzos deben ser direccionados para reducir los dos últimos. Padronización y automatización de procedimientos, uso del RADAR.



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



# Tiempo medio de permanência en el sector(T)



- Es lo tiempo medio gasto en el sector, teniendo en cuenta la distancia media de recorrido de las aeronaves en el sector. Tiene que ver con las trayectorias y los procedimientos de ruta o terminal establecidos a cada sector.

- Recomendase, cuando necesario, sectorizar el espacio aéreo de la FIR en Espacios Aéreos Superior y Inferior, donde las aeronaves presentan performances equilibradas.

- Cuanto mayor el sector (T) mas grande es el valor del "N".



DECEA Departamento de Controle do Espaço Aéreo



# Número medio de comunicación(n)



- El número de comunicaciones debe ser restricto al mínimo necesario para el entendimiento Piloto/Controlador. Así es importante que haya una "clearance" completa y emitida con antelación suficiente para el planeamiento del vuelo.

## Tempo medio de duración de cada mensaje(tm)

Los mensajes deben ser emitidos de manera objetiva, sin las largas explicaciones perjudiciales al entendimiento Piloto/Controlador.



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



# Instrucciones para levantamiento de las variables (f, tm, n, T)



## Factor de disponibilidad

Efectuar levantamiento dos intervalos de tiempo durante los cuales el controlador ejecuta las tareas de coordinación, relleno de "Strips", o cualesquier otras necesarias al desempeño de su función, excepto comunicaciones con aeronaves (transmisión/recepción). Este período será substraído del tiempo observado y el resultado obtenido, representado en porcentajes, será el "Factor de Disponibilidad" considerado.



Departamento de Controle do Espaço Aéreo





Muestreo - 30 (treinta) intervalos representativos de horarios de pico de transito y, con diferentes controladores. Valor considerado - Media aritmética de los resultados obtenidos.

DÍA	CONTROLADOR	INSTANTE PICO OBSERVADO			TIEMPO DISPONIBLE (SEG)	f (%)
		INICIO (HS MIN)	TÉRMINO (HS MIN)	TOTAL (SEG)		
01	A	10:00	10:03	180	120	66,66
03	B	19:30	19:33	180	150	83,33
04	C	19:55	19:58	180	89	49,44
05	D	20:15	20:18	180	106	58,88
05	D	20:30	20:33	180	143	79,44
06	E	21:50	21:53	180	98	54,44
06	E	22:00	22:03	180	167	92,77
09	F	15:00	15:03	180	171	95
09	F	10:10	10:13	180	140	77,77
09	G	18:00	18:03	180	159	88,33

FACTOR DE DISPONIBILIDAD MEDIA DEL CONTROLADOR: 74,6

role



# Tiempo medio de duración de mensajes( $t_m$ )



Ejecución - Efectuar levantamiento del tiempo consumido por el Controlador en las tareas de Comunicación y recepción con una aeronave.

Muestreo - 30 (treinta) observaciones para cada Controlador que opera en el puesto considerado, en horarios de pico de tránsito.

Valor considerado - Media aritmética de los valores obtenidos.



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



# Tiempo medio de duración de mensajes(tm)



MATRÍCULA	ENT	SAIDA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
GLO1899	22:11	22:30	50	10	16										
GLO1837	22:21	22:40	21	22	16	12	8								
TAM8083	22:23	22:48	15	11	7	12									
TIB5604	22:39	23:08	21	20	16										
PTWIV	22:45	23:15	19	19	10	3	5	2	8	2	9	12	22	12	6
GLO1925	22:49	23:09	26	11	17										
TAM3715	22:52	23:10	20	7	7										
PRTCA	23:00	23:36	26	5	13	9									
GLO1852	23:02	23:28	14	16	13	23	35	13	10	6					
GLO1211	23:04	23:21	34	46	12	9									
GLO1742	23:05	23:25	15	9	6										
RCH366	23:07	23:42	15	10	4	15	22	38	6	10	14				
			23	16	11	12	18	18	8	6	12	12	22	12	6
															15

## TRANSMISSÃO / RECEPÇÃO (Seg)

Tempo medio de duración de cada mensaje



Departamento de Controle do Espaço Aéreo



# Número medio de comunicaciones(n)



Ejecución - Efectuar levantamiento del número medio de comunicaciones Controlador / aeronave en el sector.

Muestreo - 30 (treinta) observaciones en el sector, para cada Controlador, en horarios de mayor movimiento.

Valor considerado - Media aritmética de los valores obtenidos.



Departamento de Controle do Espaço Aéreo



# Número medio de comunicaciones(n)



MATRÍCULA	ENT	SAIDA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
GLO1899	22:11	22:30	50	10	16											3
GLO1837	22:21	22:40	21	22	16	12	8									5
TAM8083	22:23	22:48	15	11	7	12										4
TIB5604	22:39	23:08	21	20	16											3
PTWIV	22:45	23:15	19	19	10	3	5	2	8	2	9	12	22	12	6	13
GLO1925	22:49	23:09	26	11	17											3
TAM3715	22:52	23:10	20	7	7											3
PRTCA	23:00	23:36	26	5	13	9										4
GLO1852	23:02	23:28	14	16	13	23	35	13	10	6						8
GLO1211	23:04	23:21	34	46	12	9										4
GLO1742	23:05	23:25	15	9	6											3
RCH366	23:07	23:42	15	10	4	15	22	38	6	10	14					9

5,2

**NÚMERO MÉDIO DE COMUNICACIONES CON CADA AERONAVE EN EL SECTOR: 5,2**



Departamento de Controle do Espaço Aéreo



# Tiempo medio de permanencia en el sector



Ejecución - Efectuar el levantamiento de los tiempos de permanencia de las aeronaves bajo control en el sector, desde el momento de recibimiento de los vuelos hasta la transferencia para otro sector/órgano.

Muestreo - Todas las observaciones de aeronaves controladas en el sector en el(s) periodo(s) pico considerado(s), preferencialmente en horarios variados y con Controladores diferentes.

Valor considerado - Media aritmética de los valores considerados, en segundos.



Departamento de Controle do Espaço Aéreo



# Tiempo medio de permanencia en el sector (T)



MATRÍCULA	ENT	SAIDA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
GLO1899	22:11	22:30	50	10	16										
GLO1837	22:21	22:40	21	22	16	12	8								
TAM8083	22:23	22:48	15	11	7	12									
TIB5604	22:39	23:08	21	20	16										
PTWIV	22:45	23:15	19	19	10	3	5	2	8	2	9	12	22	12	6
GLO1925	22:49	23:09	26	11	17										
TAM3715	22:52	23:10	20	7	7										
PRTCA	23:00	23:36	26	5	13	9									
GLO1852	23:02	23:28	14	16	13	23	35	13	10	6					
GLO1211	23:04	23:21	34	46	12	9									
GLO1742	23:05	23:25	15	9	6										
RCH366	23:07	23:42	15	10	4	15	22	38	6	10	14				
T médio	00:24														

**TIEMPO MEDIO DE PERMANENCIA DE SECTOR (T): 24 MIN**



Departamento de Controle do Espaço Aéreo



# Cálculo del número N



## Cálculo del número N del Sector:

$$f = 70\%$$

$$n = 6$$

$$t_m = 15 \text{ seg.}$$

$$T = 12 \text{ min.}$$

$$N = \frac{0,70 \cdot 12'}{6 \cdot 15''} = \frac{0,70 \cdot (12 \cdot 60)}{6 \cdot 15''} = \frac{0,70 \cdot 720''}{90''} = 5,6$$

Redondeándose obtén  $N = 6$  para el sector.



Departamento de Controle do Espaço Aéreo





# CONSIDERACIONES

□ Cuanto al  $f$  (factor de disponibilidad):

- $\uparrow f \rightarrow$  automación, asistente  $\rightarrow$  *mayor*  $e/ N$ ;
- $\downarrow f \rightarrow$  operación no radar;



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo

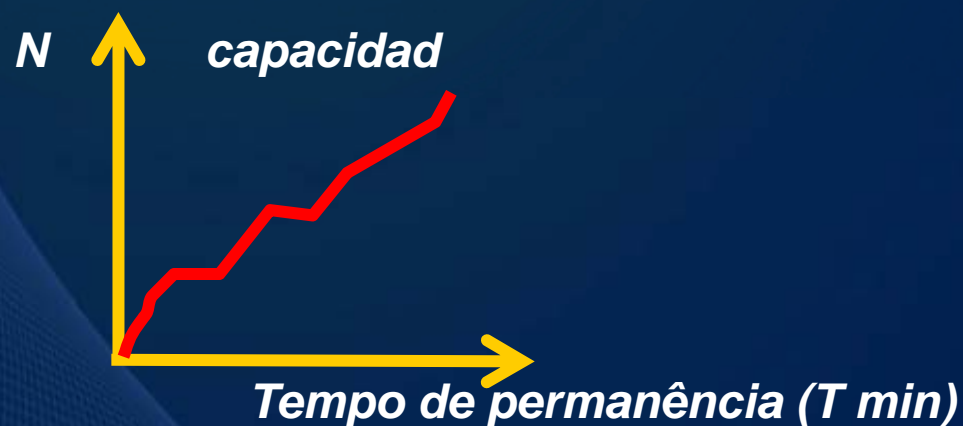




# CONSIDERACIONES

□ Cuanto al T (tiempo de permanencia en el sector):

- $\uparrow T \rightarrow$  mayor el sector  $\rightarrow$  *mayor N*



Departamento de Controle do Espaço Aéreo





# CONSIDERACIONES

□ Quanto al  $n$  (numero de comunicaciones):

- $\uparrow n \rightarrow$  más pequeño el  $N$ ;
- $\downarrow n \rightarrow$  menos puntos de notificaciones;



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo





# CONSIDERACIONES

□ Cuanto al  $t_m$  (tiempo medio de las comunicaciones en el sector):

- $\uparrow t_m \rightarrow$  más pequeño el  $N$ ;
- $\downarrow t_m \rightarrow$  mantenerse el la fraseologia



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo





# CONSIDERACIONES

- ❑ Se considera todos vuelos que hacen llamada al ATC (controlados y no controlados);
- ❑ Metodología x flujo de los vuelos
  - En algunos sectores a capacidad puede no ser eficientemente utilizada, debido a trayectoria del flujo y aplicación de mínimos de separación en la ICA 100-12 (Doc 4444).



Departamento de Controle do Espaço Aéreo



# Factores que impactan el N



- Plan de vuelo AFIL;
  - Falta de objetividad en la fraseología;
  - Exceso de puntos de notificaciones.
  - Deficiencia de comunicación;
    - Exceso de tareas de console;
    - Falta de asistente;



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



# Recolección de datos:



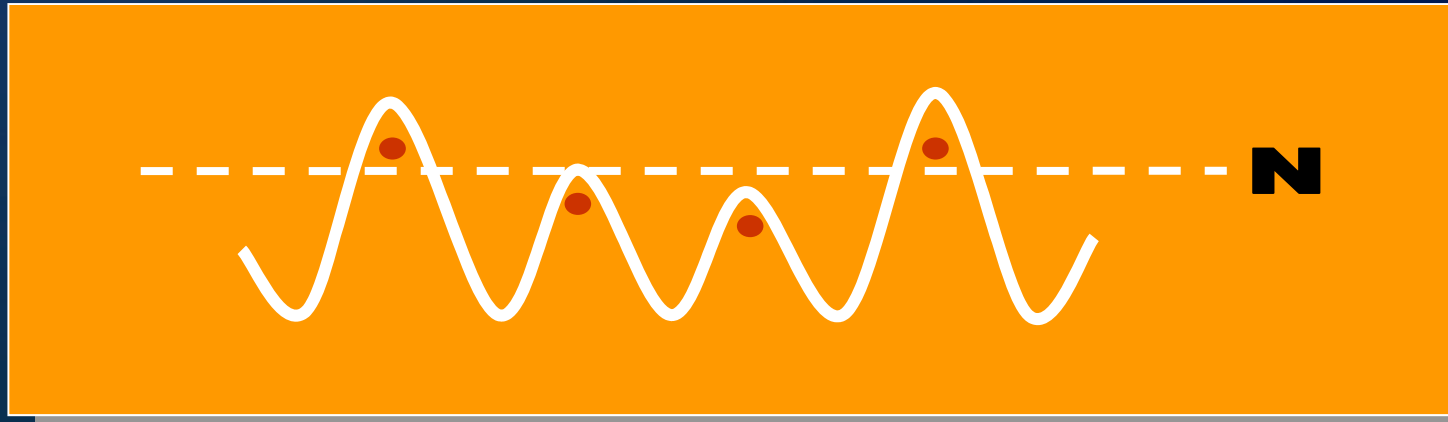
Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



# RECOLECCIÓN DE DATOS



## □ Gran movimiento



□ Medidas preliminares- selección del período- usar la experiencia de los ATCO

□ Evitar picos atípicos

Obs: Cuidado con o levantamiento del sector cuyo movimiento es insuficiente la mayor parte del tiempo (N aparente).



Departamento de Controle do Espaço Aéreo



# RECOLECCIÓN DE DATOS



## Reconocimiento del sector:

- contacto inicial ;
  - reconocimiento inicial de la área;
    - Donde está situado el sector;
      - horario de pico/ desmembramiento;
      - conocimiento de las dimensiones del sector;
      - tareas del ATCO en su puesto.



Departamento de Controle do Espaço Aéreo



# RECOLECCIÓN DE DATOS



## □ orientaciones:

- no interferir con controle;
- anotar todos los desvíos que puedan interferir con la recolección;
- priorizar los sectores cuyo desmembramiento es más difícil de ocurrir;
- Iniciar la recolección de carga antes del período de pico.



Departamento de Controle do Espaço Aéreo





# RECOLECCIÓN DE DATOS

☐ material necesario p/puesto:

- cronómetros- (02);
- planchetas – (02);
- lápiz/bolígrafo;
- formularios



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo

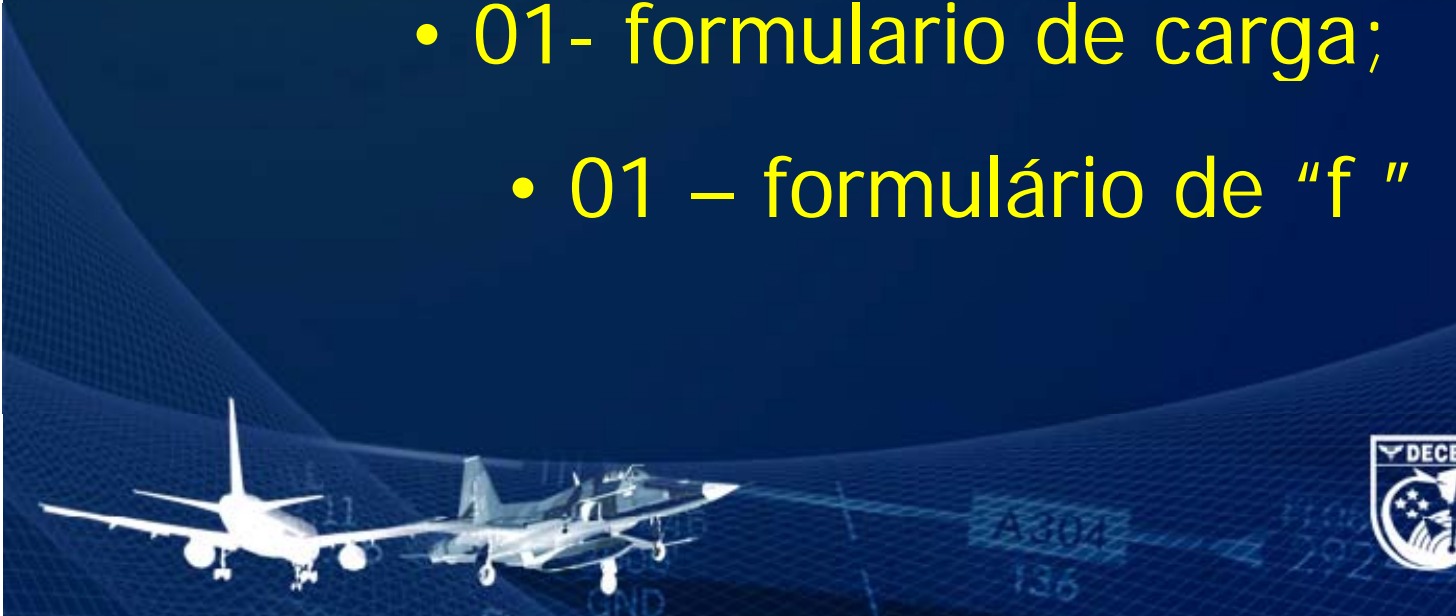


# RECOLECCIÓN DE DATOS



□ efectivo necesario:

- ideal- (02);
- 01- formulario de carga;
- 01 – formulário de "f "



# RECOLECCIÓN DE DATOS



## Formulario: Disponibilidad

ÓRGÃO: ACC AZ DATA: 21/05/2002 COLETOR: Ⓝ

SECTOR	CA	SA	INÍCIO	TÉRMINO	t.a.s. (seg)	OBS
BE-N	X		10:06	10:09	1' 50"	Pista em uso impraticável por 10', a partir de 10:07.
BE-S	X		10:15	10:18	1' 13"	



# RECOLECCIÓN DE DATOS



Formulários: carga:

ÓRGÃO: ACCAZ SECTOR: BE-S CA/SA 21/03/2004 FECHA \_\_\_\_\_ COLETOR: [Signature]

MATRÍCULA	ENTRADA	SALIDA	1	2	3	4	5	11	12	13
<i>PP EIX</i>	<i>11:03</i>	<i>11:40</i>	<i>2</i>	<i>7</i>	<i>9</i>					
<i>TAM 3893</i>	<i>11:22</i>	<i>11:51</i>	<i>6</i>	<i>2</i>						
<i>FAB 2319</i>	<i>11:29</i>	<i>11:56</i>	<i>4</i>	<i>2</i>	<i>4</i>	<i>6</i>	<i>3</i>	<i>9</i>	<i>3</i>	



# RECOLECCIÓN DE DATOS



## Orientaciones:

- Desmembramiento de sectores – finaliza las aeronaves ya rellenadas;
  - ¿Cuándo iniciar el relleno en el límite del sector o de comunicación?

## No rellenar:

- Llamadas simultáneas. Rellenar como si fuera una;
- aeronaves que ya estaban volando.



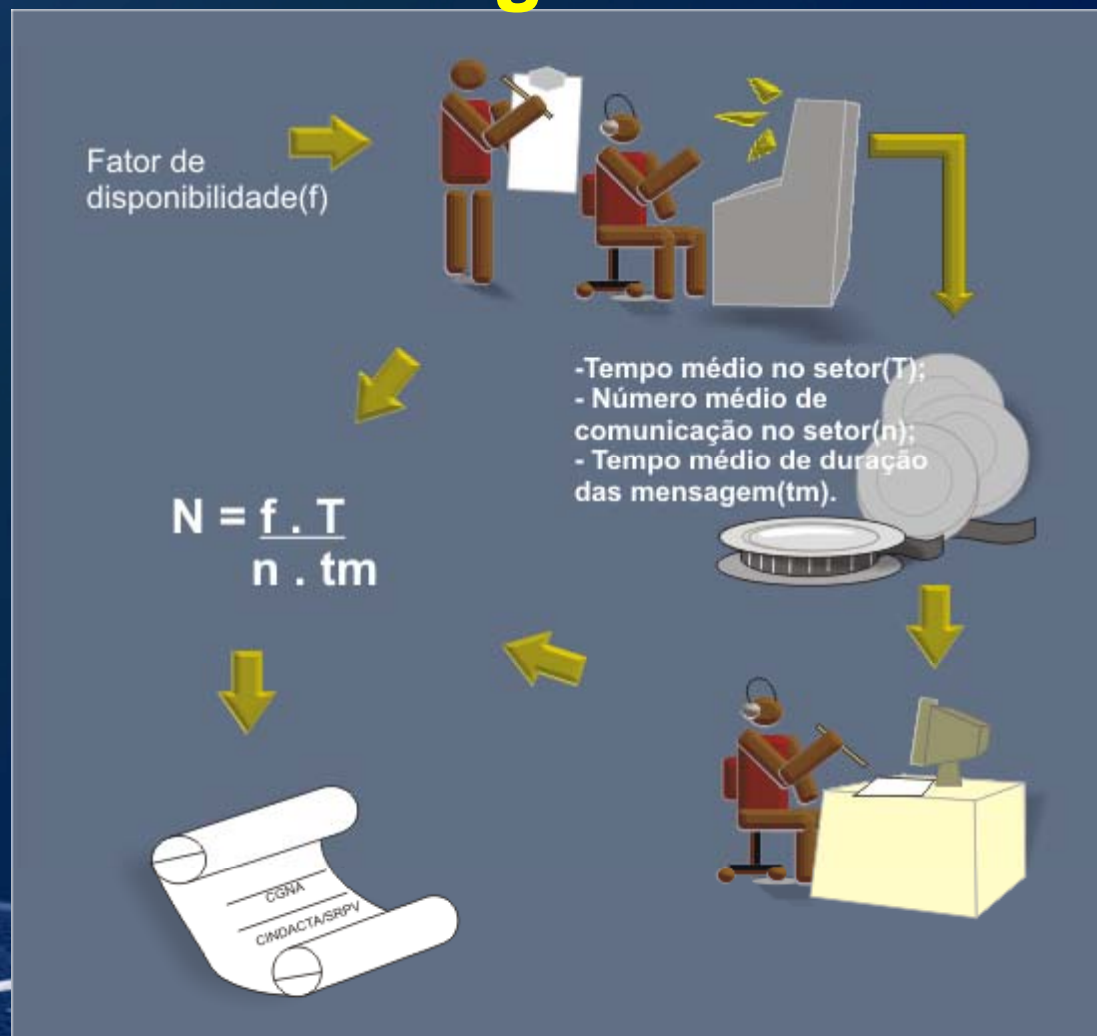
Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



# RECOLECCION DE DATOS GRAVADOS



## □ Uso de datos de grabaciones:

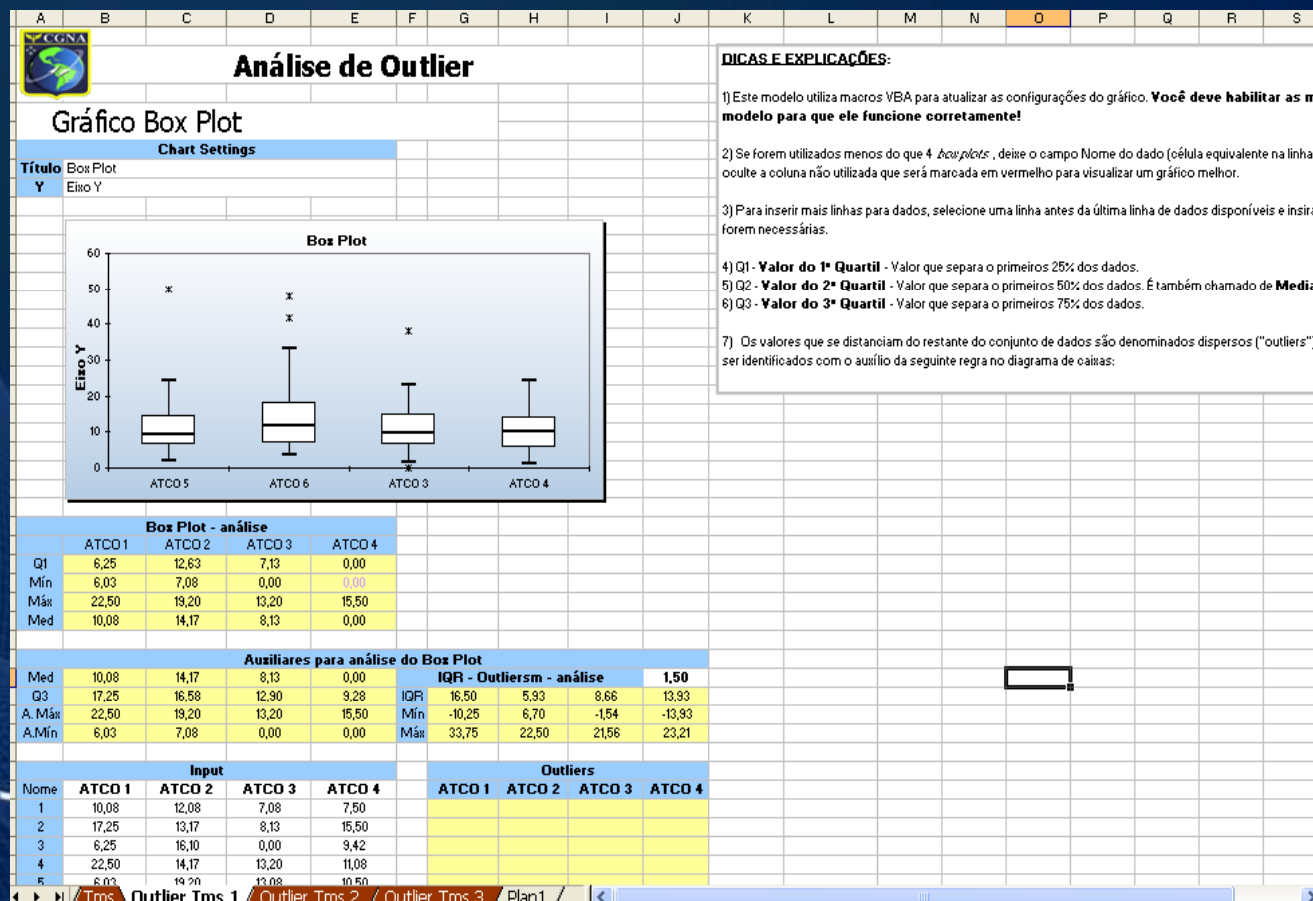




# CONSOLIDAÇÃO DE DATOS



## Que dados descartar?



Departamento de Controle do Espaço Aéreo



# CONSOLIDAÇÃO DE DATOS



❑ Que datos descartar?

❑ Elaboración de informe.

MATRÍCULA	ENT	SAIDA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
GLO1899	22:11	22:30	50	10	16											3
GLO1837	22:21	22:40	↑	22	16	12	8									5
TAM8083	22:23	22:48	↑	11	7	12										4
TIB5604	22:39	23:08		20	16											3
PTWIV	22:45	23:15		19	10	3	5	2	8	2	9	12	22	12	6	13
GLO1925	22:49	23:09		26	11	17		↑								3
TAM3715	22:52	23:10		20	7	7										3
PRTCA	23:00	23:36		26	5	13	9									4
GLO1852	23:02	23:28		14	16	13	23	35	13	10	6					8
GLO1211	23:04	23:21		34	46	12	9									4
GLO1742	23:05	23:25		15	9	6										3
RCH366	23:07	23:42		15	10	4	15	22	38	6	10	14				9

5,2

tm = 15 seg



# contactos inmediatos



No se lo puede abducir. Él es controlador de tránsito y sigue cuestionando para saber sobre la capacidad de nuestro espacio aéreo.



Beats!

Fin.

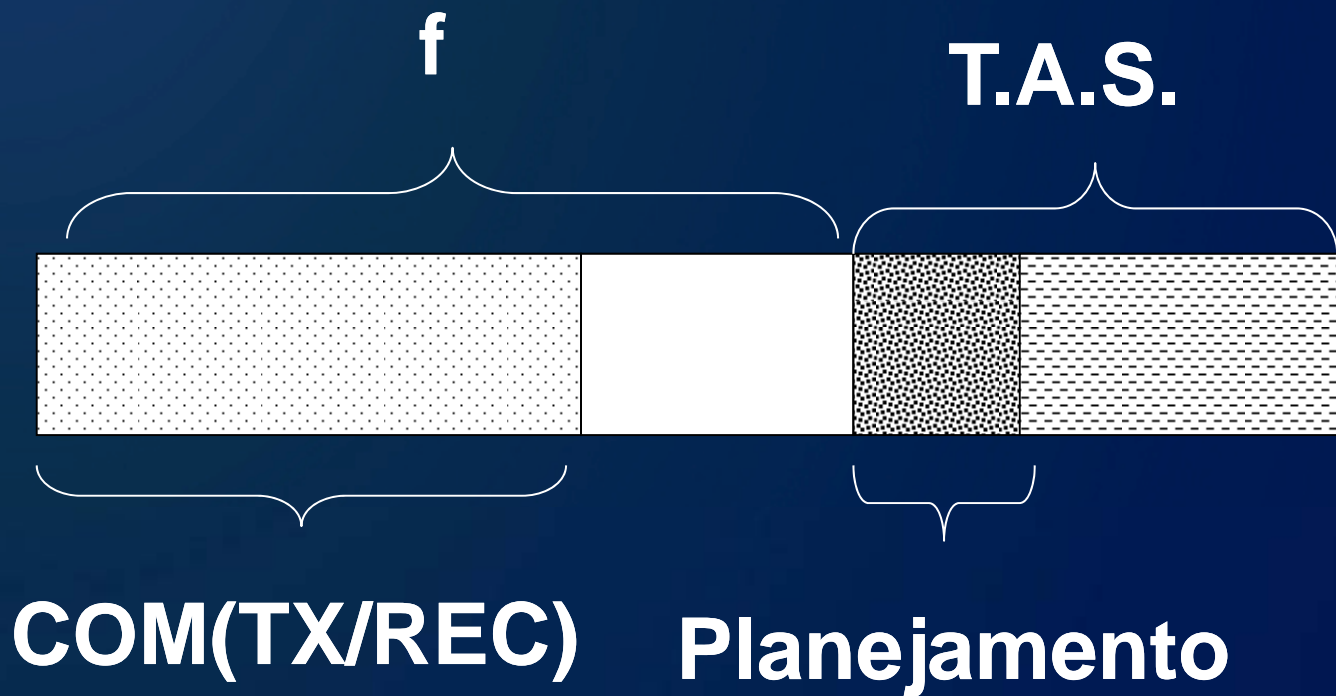
[cezar@cgna.gov.br](mailto:cezar@cgna.gov.br)



Departamento de Controle do Espaço Aéreo



# Anexo A



Departamento de Controle do Espaço Aéreo



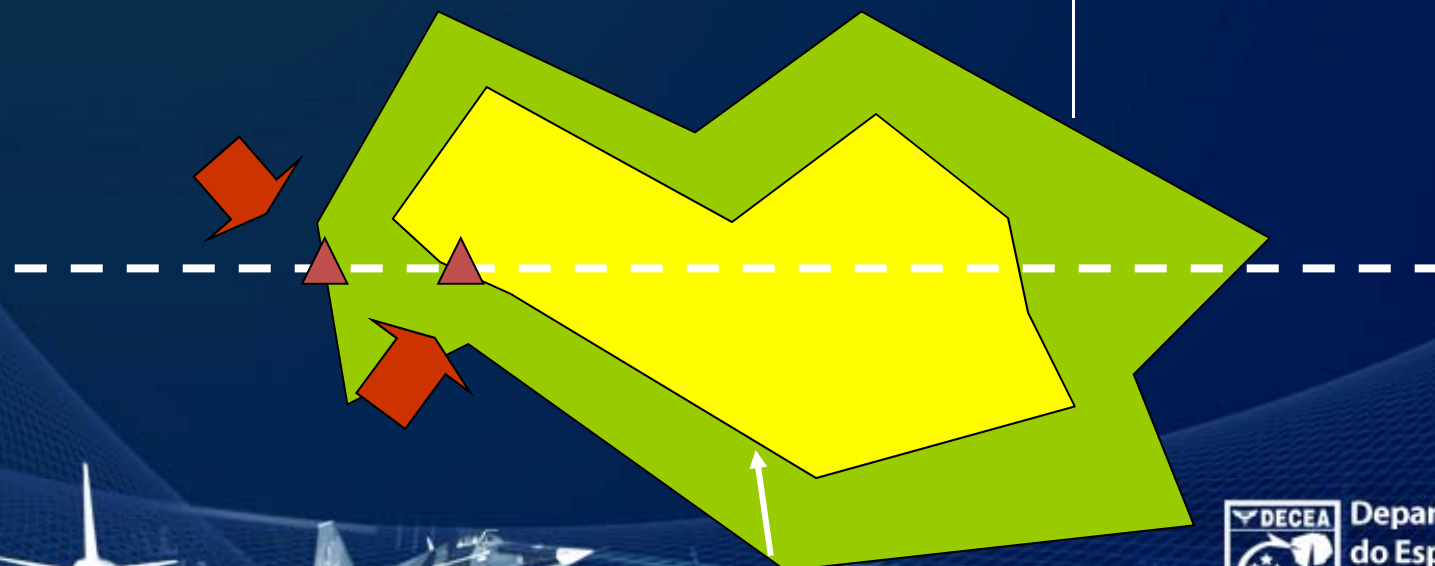
# Anexo B



Quando empezar a marcar?

Y el Límite vertical?

Límite del sector



Cobertura de comunicação



Departamento de Controle do Espaço Aéreo

