

# CGNA

## CURSO DE CAPACIDADE DE PISTA ASMU 2011



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



# CGNA

## TEORIA DE CAPACIDADE DE PISTA ASMU 2011



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



# OBJETIVO



**Apresentar a audiência a evolução histórica do Cálculo de Capacidade de Pista no Brasil, bem como os aspectos levados em consideração no referido cálculo.**



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



# ROTEIRO



- **INTRODUÇÃO**
- **CONCEITOS**
- **HISTÓRICO DA CAPACIDADE NO BRASIL**
- **RELAÇÃO ENTRE CAPACIDADE, DEMANDA E ATRASO**
- **ELEMENTOS QUE PODEM AFETAR A CAPACIDADE DE UM SISTEMA DE PISTAS**



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



# ROTEIRO



- **CAPACIDADE AEROPORTUÁRIA**
- **FASES DO CÁLCULO DA CAPACIDADE**
- **PRINCIPAIS PARÂMETROS UTILIZADOS NO CÁLCULO DA CAPACIDADE DE PISTA**
- **ESTRATÉGIAS PARA OTIMIZAR A CAPACIDADE**
- **CONCLUSÃO**



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



# INTRODUÇÃO



**ATC**



**AEROPORTUÁRIA**



# INTRODUÇÃO



Principais elementos que influenciam na Capacidade dos aeroportos brasileiros e do Exterior:

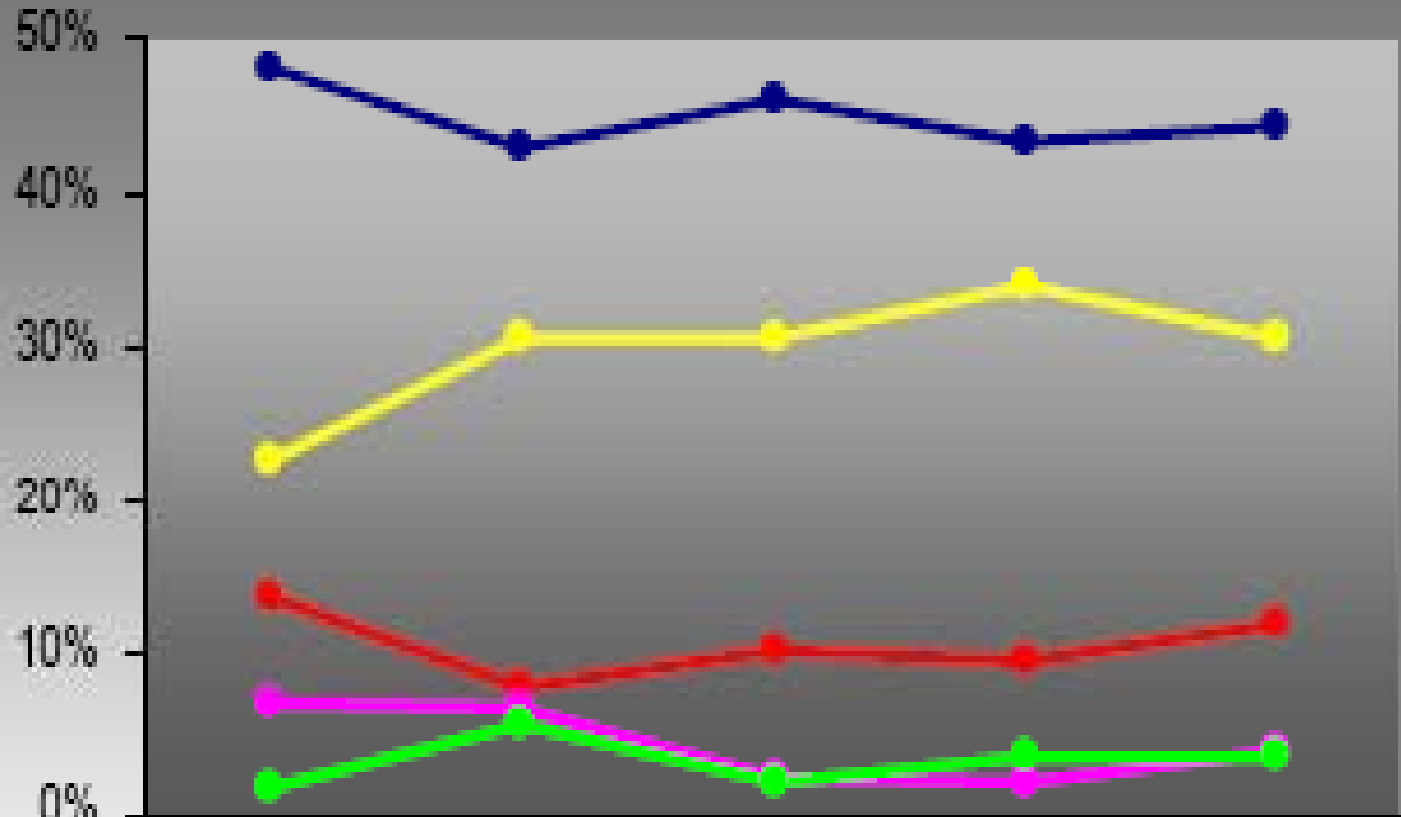
- Meteorologia
- Infra-estrutura aeroportuária



Departamento de Controle do Espaço Aéreo



## MAJOR CAUSES FOR AIRPORT DELAYS



	2002	2003	2004	2005	2006
Weather	48.1%	43.0%	45.9%	43.2%	44.4%
Aerodrome Capacity	22.9%	30.8%	30.9%	34.1%	30.6%
ATC Capacity	13.7%	8.1%	10.4%	9.7%	12.1%
ATC Staffing	7.2%	6.7%	2.5%	2.0%	4.0%
Other	1.7%	5.7%	2.1%	3.7%	3.7%

<b>Airport Name</b>	<b>Airport Delay (minutes)</b>	<b>Airport Delay per Delayed Flight</b>	<b>Share of Weather in Airport Delay</b>
LONDON HEATHROW	715,761	23.2	83.4%
FRANKFURT	671,693	23.7	88.7%
MILANO MALPENSA	626,853	17.1	23.5%
PARIS CHARLES DE GAULLE	618,670	19.4	67.2%
WIEN / SCHWECHAT	534,717	17.8	20.1%
ROMA FIUMICINO	464,088	17.7	32.7%
MADRID BARAJAS	388,094	20.3	31.8%
MUENCHEN	343,938	25.6	89.1%
ZURICH	248,709	17.0	38.5%
PARIS – ORLY	242,897	24.0	40.8%
ISTANBUL	216,167	24.1	25.0%
WARSAW	196,113	24.3	17.1%
IRAKLION / NIKOS KAZANTZAKIS	158,715	30.6	0.0%
MADRID BARAJAS + TORREJON	156,798	15.8	0.3%
AMSTERDAM / SCHIPHOL	151,918	24.8	88.5%
BRUSSELS ZAVENTEM + MELS BROEK	151,869	21.2	44.6%
COPENHAGEN / KASTRUP	124,148	16.8	50.4%
MADRID TORREJON	119,048	97.3	4.3%
LONDON / CITY	111,567	19.0	40.7%
PRAHA / RUZYNE	105,861	19.5	23.8%
MARSEILLE + AIX-LES-MILLES	89,364	25.0	0.5%
CANNES - MANDELIEU	88,734	31.7	0.0%
LYON + GRENOBLE + VALENCE	83,238	17.6	1.5%
CH DE GAULLE + LE BOURGET	81,062	17.8	19.3%
LONDON GATWICK	79,190	35.4	82.2%
ANNEMASSE + GENEVE + LAUSANNE	64,443	20.9	30.6%
ROMA / CIAMPINO	60,362	33.0	49.5%
MANCHESTER	59,495	26.0	59.6%
BERLIN-TEGEL	55,816	20.9	42.7%
LONDON STANSTED	53,408	26.7	85.4%
PARIS - LE BOURGET	48,259	31.5	18.6%
PALMA DE MALLORCA	44,508	21.1	41.8%
LYON + GRENOBLE	43,925	20.6	30.8%



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo

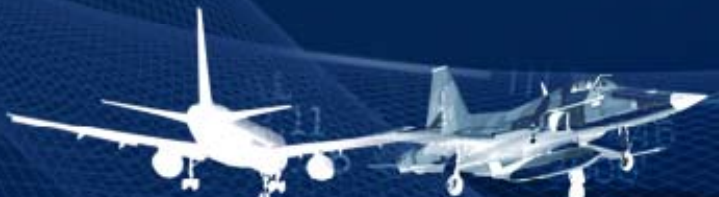


# CONCEITOS



*Capacidade – Número máximo de operações que se pode suportar durante um tempo especificado sob condições específicas e onde exista contínua demanda para o serviço.*

*Demanda de Tráfego Aéreo - Número total de operações pretendidas em um determinado aeroporto ou porção do espaço aéreo.*



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



# CONCEITOS



*Capacidade Aeronáutica - Número máximo de operações aéreas, em um período especificado, estabelecido com base na análise da infraestrutura aeronáutica.*

*Capacidade Aeroportuária - Número máximo de operações de aeronaves, estabelecido para um determinado aeródromo, para períodos especificados, suportado pela infraestrutura aeroportuária.*

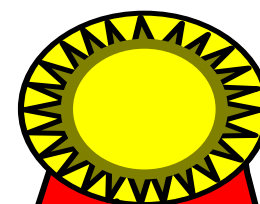


Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo





*“Uma breve  
História da  
Capacidade no  
Brasil”*



Centro de Controle  
Aéreo



# HISTÓRICO DA CAPACIDADE NO BRASIL



## 1994

- Aumento significativo da demanda
- Capacidade ATC e da Infra-estrutura reduzidas
- Brasília, Belo Horizonte, Rio de Janeiro, São Paulo, Curitiba e Porto Alegre
- Maior impacto: São Paulo

## 1995

- Aplicação de Técnicas ATFM (SLOT em São Paulo)



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



# HISTÓRICO DA CAPACIDADE NO BRASIL



**1997**

- Implantação do NuATFM
- Balanceamento entre as Capacidades e as demandas

**2007**

- Mapeamento dos aeródromos
- Criação do CGNA

**2011**

- Aeródromos mapeados: 28



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



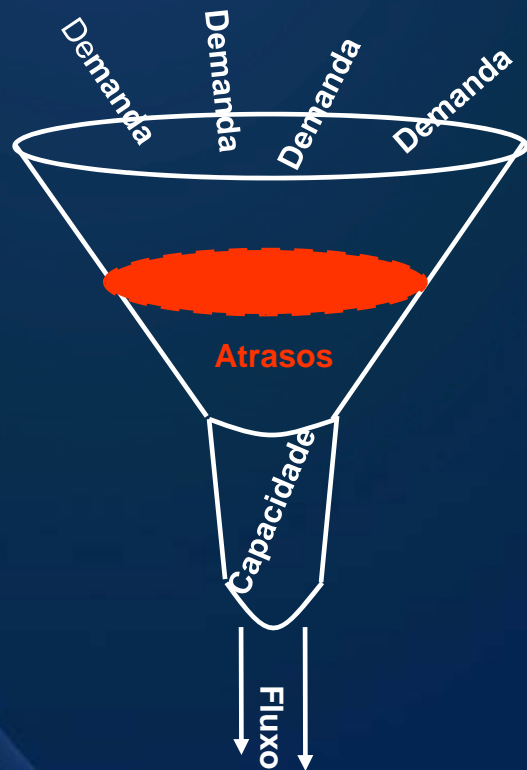
QUERIDA VOU ME  
ATRASAR... O TRÂNSITO  
TÁ UM CAOS!!!



**CAPACIDADE**

**DEMANDA ATRASO**

# RELAÇÃO ENTRE CAPACIDADE, DEMANDA E ATRASO



•  $Demanda > Capacidade = Atraso$

• Reprimir a Demanda

• Aumentar a Capacidade



Departamento de Controle do Espaço Aéreo





Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



A304  
136

1108  
292

# *Balanceamento*

*“Relação de equilíbrio entre a demanda de tráfego aéreo e a capacidade da infra-estrutura instalada.”*

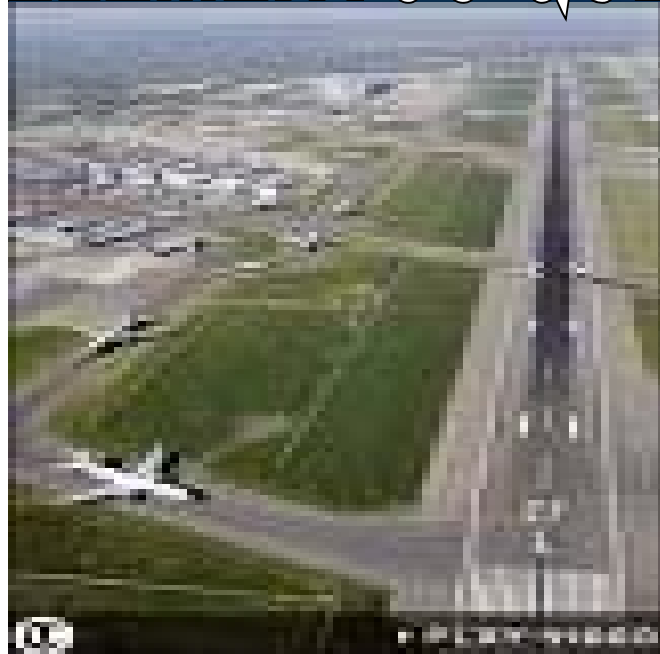
**CAPACIDADE**

**DEMANDA**

**ATFM**



# ELEMENTOS QUE PODEM AFETAR A CAPACIDADE



# CAPACIDADE

SEPARAÇÃO

TMOP

# ELEMENTOS QUE PODEM AFETAR A CAPACIDADE



- *Separações longitudinal e lateral mínimas entre aeronaves*
- *Configuração das pistas de pouso*
- *Condições meteorológicas*
- *Mix de aeronaves*
- *Ferramentas de apoio ao sistema*
- *Fatores Humanos (ATCO e pilotos)*
- *Localização e tipos de pistas de táxi e de saída*
- *Ruído*



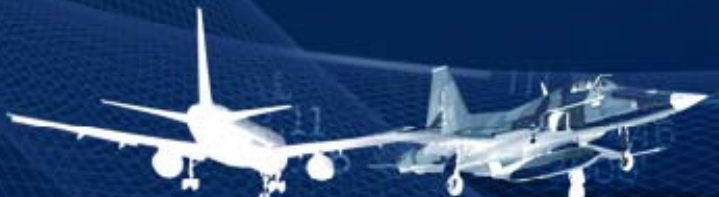
Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



# ELEMENTOS QUE PODEM AFETAR A CAPACIDADE

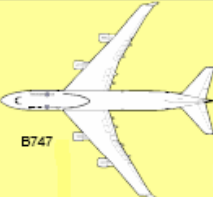
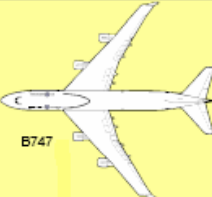

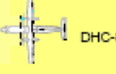





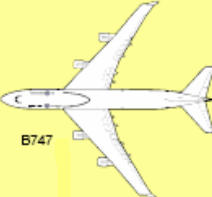

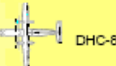


- **Separações longitudinal e lateral mínimas entre aeronaves:** as separações são impostas por motivos de segurança tanto para evitar colisões como para que uma aeronave não entre na esteira de turbulência de outra o que é mais crítico quando próximo ao pouso ou durante a decolagem, devido às baixas velocidades praticadas;



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo

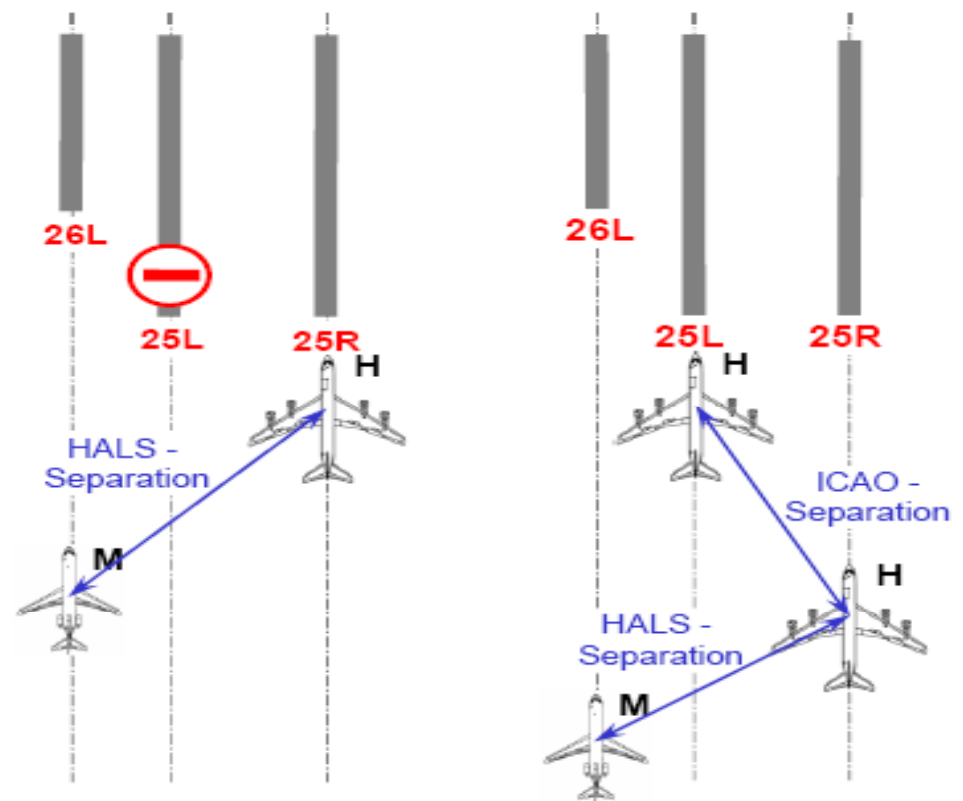


AERONAVE POUSSANDO	PESADA	MÉDIA	LEVE
 B747	 B747	 A320	 DHC-8
SEPARAÇÃO	4NM	5NM	6NM
 A320	 B747	 A320	 DHC-8
SEPARAÇÃO	3NM	3NM	5NM
 DHC-8	 B747	 A320	 DHC-8
SEPARAÇÃO	3NM	3NM	3NM



HALS

DTOP



# ELEMENTOS QUE PODEM AFETAR A CAPACIDADE



- **Configuração das pistas:** a posição relativa e distância entre pistas de pouso determinam a interferência dos movimentos de uma em relação aos das demais pistas do aeroporto. Constitui-se, portanto, em um dos principais fatores que limitam a capacidade:
- a) A maioria dos aeroportos é desenhada para atender a operação mais comum em função do vento predominante.
- b) As pistas de taxi e os pátios são construídos para atender a operação primária do aeroporto
- c) Procedimentos de aproximação e saída são desenhados para atender a operação primária
- d) Mudanças de pista durante picos de tráfego podem ocasionar congestionamentos
- e) Mudanças de pistas podem acarretar desvantagens para o uso de determinados procedimentos instrumentos de saída ou chegada



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



# Operação Rwy05



# ELEMENTOS QUE PODEM AFETAR A CAPACIDADE



● **Condições meteorológicas:** sob condições meteorológicas adversas (teto e visibilidade baixos) pilotos e controladores passam a trabalhar com “maior cautela” e as separações são ampliadas., com conseqüente queda da capacidade;



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



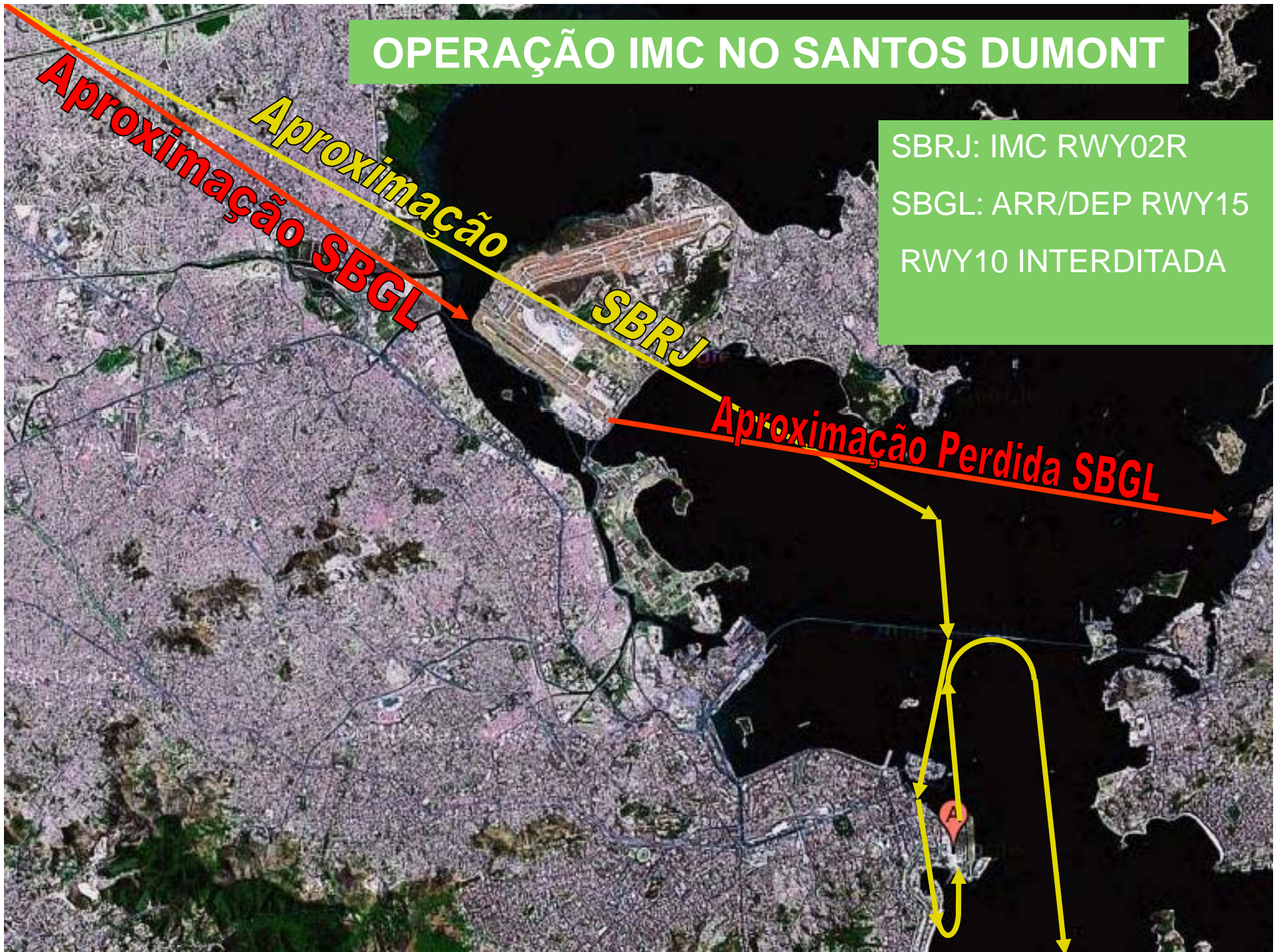


# OPERAÇÃO IMC NO SANTOS DUMONT

SBRJ: IMC RWY02R

SBGL: ARR/DEP RWY15

RWY10 INTERDITADA



# ELEMENTOS QUE PODEM AFETAR A CAPACIDADE



● **Mix de aeronaves:** distribuição percentual da frota de aeronaves em operação no aeródromo conforme as categorias de aeronaves. O mix de aeronaves para aeródromos deve ser calculado a partir do movimento total diário, obtido por meio da média aritmética de uma amostra de dados referentes ao período de, pelo menos, uma semana. É importante entender que o mix de aeronaves, também, é responsável pelas separações empregadas nos aeroportos.



Departamento de Controle do Espaço Aéreo





Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



# ELEMENTOS QUE PODEM AFETAR A CAPACIDADE



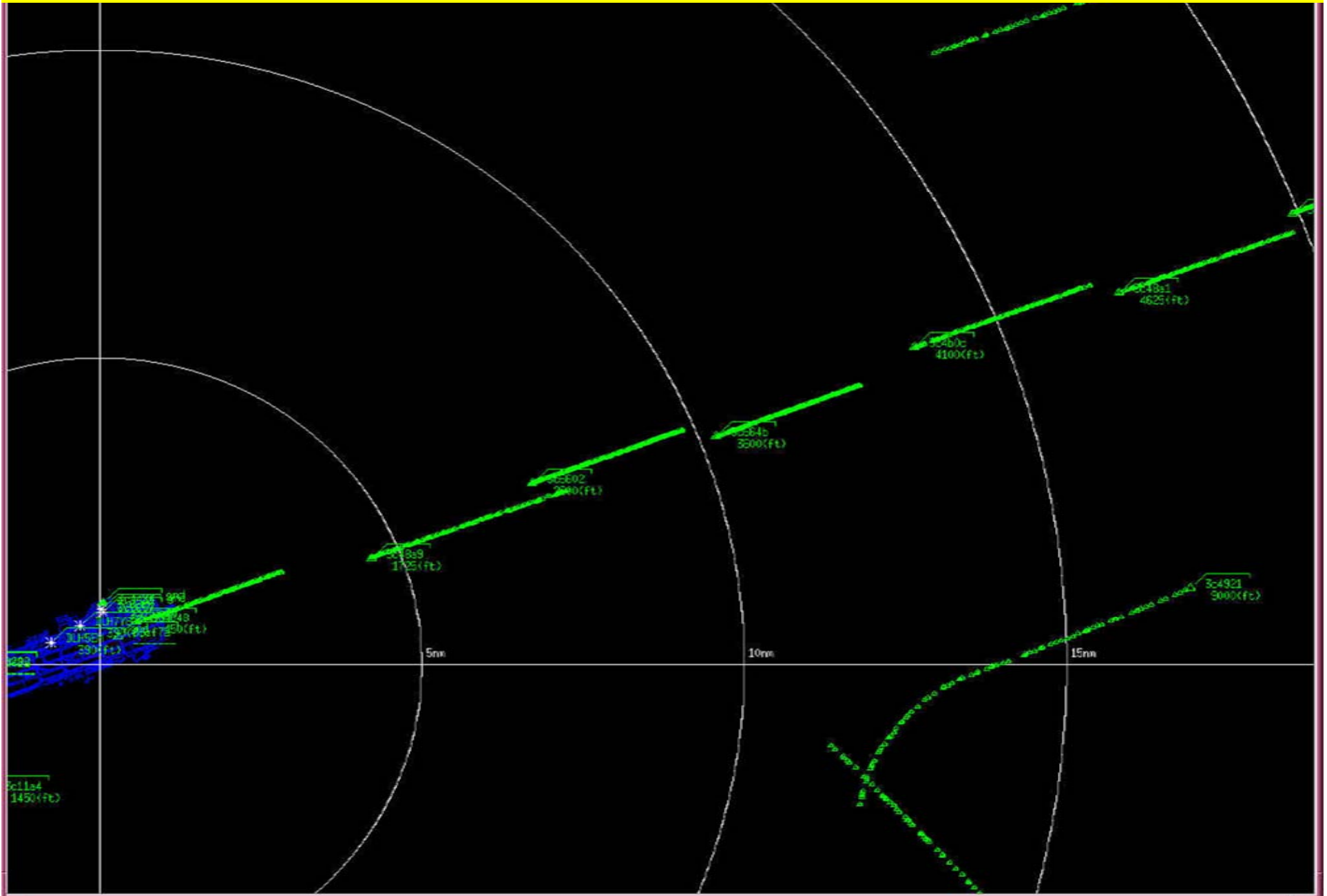
● **Ferramentas de apoio ao sistema:** sistemas confiáveis e com boa exatidão permitem diminuir a separação entre as aeronaves aumentando a capacidade. A utilização de *software* de suporte à decisão que auxilie o controlador, por exemplo, a prever o seqüenciamento ótimo das aeronaves que se aproximam para pousar em determinado aeroporto confere segurança e racionalidade às operações;



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



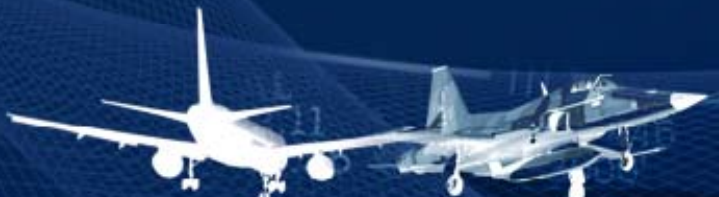
# PAM - Precision Approach Monitoring



# ELEMENTOS QUE PODEM AFETAR A CAPACIDADE



● **Tipo de operação (razão pousos/decolagens):** as separações entre movimentos dependem dos tipos das operações envolvidas, ou seja, um pouso que sucede uma decolagem necessita de separação diferente de, por exemplo, uma decolagem sucedendo outra decolagem. A capacidade varia com a relação entre as quantidades de pousos e decolagens executados. Assim sendo não faz sentido uma indicação única de capacidade e sim um envelope de capacidade determinado pelo *mix* de operações;



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



# ELEMENTOS QUE PODEM AFETAR A CAPACIDADE



## ● *Demanda característica (mix de decolagens e pousos):*

- a) Grandes concentrações de decolagens ou pousos podem alterar o fluxo de tráfego do aeroporto.
- b) Atrasos nas decolagens podem acarretar problemas de ocupação de pátios e problemas com as aproximações.
- c) Sequenciamentos de pouso podem ser afetados pela configuração das pistas e pistas de táxi.



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo

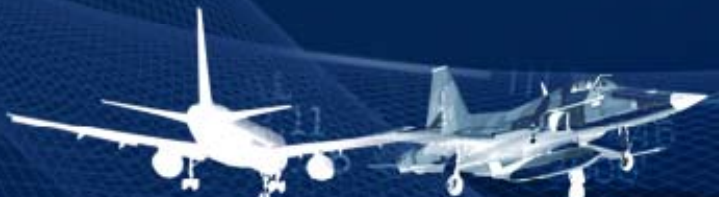


# ELEMENTOS QUE PODEM AFETAR A CAPACIDADE



● **Localização e tipo das saídas de pista:** as saídas de pista de pouso quando corretamente localizadas permitem que os pilotos possam abandonar a pista de pouso em direção ao sistema de pistas de taxi tão logo tenham reduzido suficientemente a velocidade. Se a saída for rápida, ou seja, fizer um ângulo menor do que  $90^\circ$  com a pista de pouso, não existe a necessidade de redução demasiada da velocidade o que diminui o tempo de ocupação da pista;

● **Ruído:** o ruído pode restringir a operação sobre determinadas áreas habitadas funcionando como uma restrição adicional a ser considerada na determinação de rotas de saída



Departamento de Controle do Espaço Aéreo





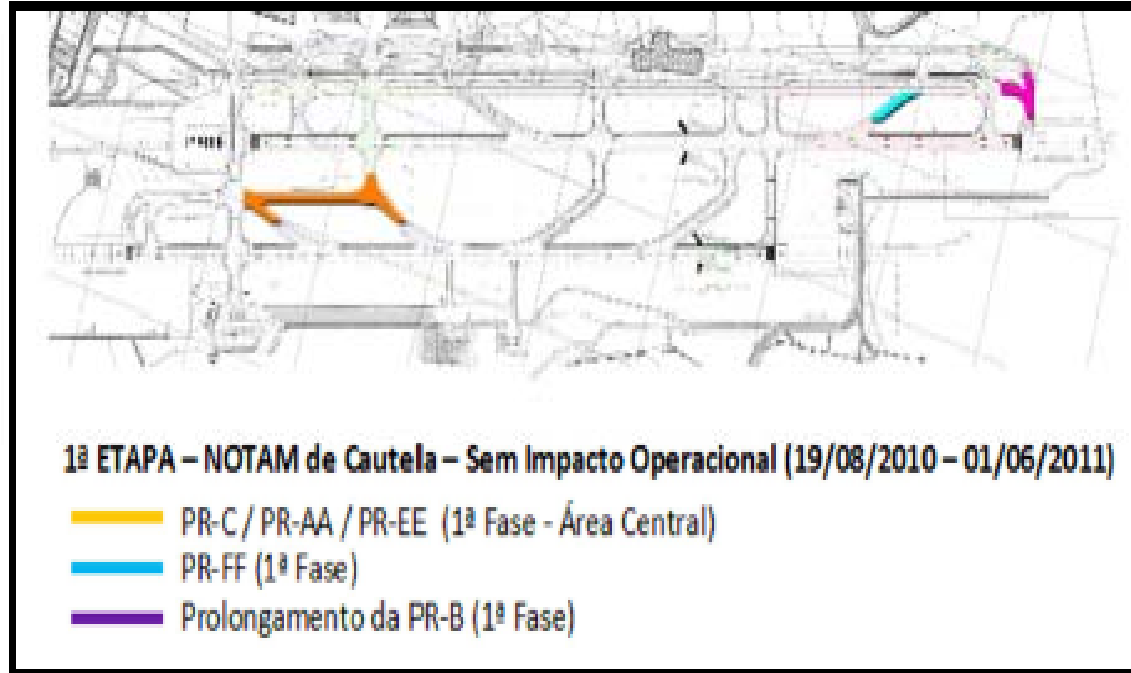
Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



A304  
136

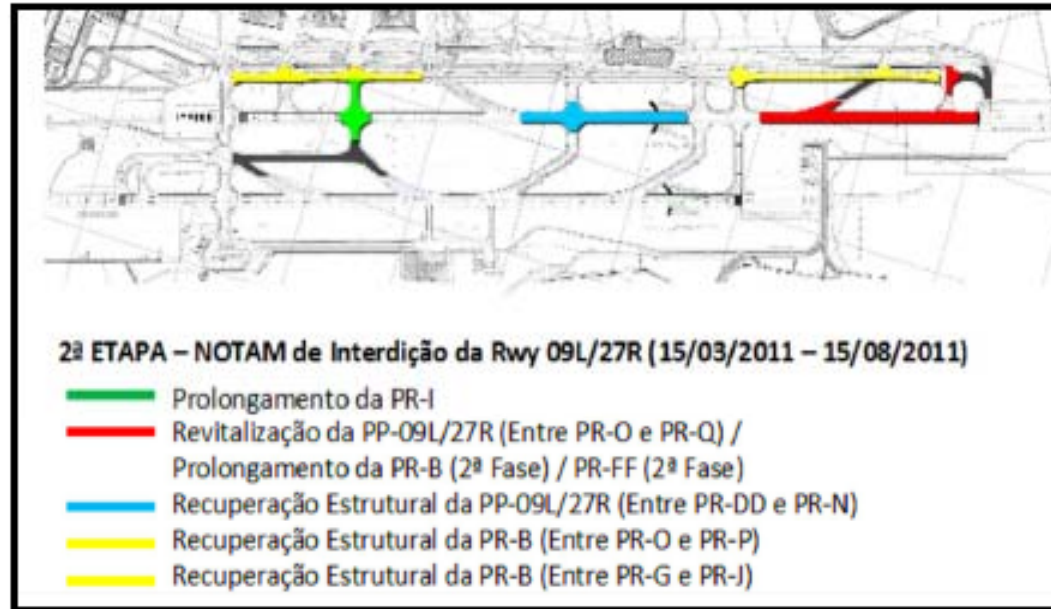
1108  
292

# 1ª Etapa



OPERAÇÃO EM DUAS PISTAS																		
CABECEIRAS	09 L (DEP)			09R (ARR)			TOTAL			27L (ARR)			27R (DEP)			TOTAL		
SEPARAÇÕES	80%	90%	100%	80%	90%	100%	80%	90%	100%	80%	90%	100%	80%	90%	100%	80%	90%	100%
5NM	22	25	28	23	26	29	45	51	57	23	26	29	16	18	21	39	44	50
6NM	18	20	23	19	21	24	37	41	47	19	21	24	16	18	21	35	39	45
7NM	15	17	19	16	18	20	31	35	39	16	18	20	15	17	19	31	35	39
8NM	13	15	17	14	16	18	27	31	35	14	16	18	13	15	17	27	31	35
9NM	12	13	15	12	14	16	24	27	31	12	14	16	12	13	15	24	27	31
10NM	11	12	14	12	13	15	23	25	29	12	13	15	11	12	14	23	25	29

## 2ª Etapa



OPERAÇÃO EM PISTAS ISOLADAS						
CABECEIRAS	09R			27L		
SEPARAÇÕES	80%	90%	100%	80%	90%	100%
5NM	45	51	57	45	51	57
6NM	37	42	47	37	42	47
7NM	31	35	39	31	35	39
8NM	28	31	35	26	29	33
9NM	24	27	31	24	27	31
10NM	23	26	29	23	26	29
11NM	21	24	27	21	24	27
12NM	20	22	25	20	22	25
13NM	18	20	23	18	20	23
14NM	16	18	21	16	18	21
15NM	15	17	19	15	17	19



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



# ELEMENTOS QUE PODEM AFETAR A CAPACIDADE



● **Fatores humanos (controladores e pilotos):** controladores e pilotos com maior experiência dão maior agilidade às operações. Um bom exemplo é o aeroporto de Congonhas onde os controladores utilizam ambas as pistas para pousos e decolagens, pilotos executam decolagens sem parada na cabeceira da pista (decolagem imediata), pilotos de aeronaves mais lentas procuram manter velocidades compatíveis com as dos jatos comerciais etc.;



Departamento de Controle do Espaço Aéreo



**CAPACIDADE**

**SEPARAÇÃO + TMO P**

**AER**

**MET**

**ATC**

# “CAPACIDADE AEROPORTUÁRIA”



# CAPACIDADE AEROPORTUÁRIA



- Capacidade de Pista
- Capacidade de Pátio
- Capacidade de TPS
  - a) Sala de Embarque/Desembarque
  - b) Pontos de Check-in
  - c) Esteiras
  - d) Pontos de Raio X



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



# CAPACIDADE DE PISTA



# CONCEITO



*Capacidade de Pista - Número máximo de movimentos que se pode alcançar com a combinação de aeronaves decolando e pousando, em um determinado aeródromo, em condições definidas, para períodos de tempo especificados.*



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo





Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



A304  
136

1108  
292

# FASES DO CÁLCULO DA CAPACIDADE



## PLANEJAMENTO

- É a fase preparatória do trabalho, onde serão estabelecidas as estratégias para a realização dos estudos:
  - Escolha dos aeródromos a serem analisados
  - Estudo inicial a cerca dos aeródromos escolhidos
  - Definição do período de estudo



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



# FASES DO CÁLCULO DA CAPACIDADE



## TRABALHO DE CAMPO

- É a fase onde serão coletadas as amostras referentes aos seguintes tempos:
  - TEMPO DE OCUPAÇÃO DE PISTA NO POUSO
  - TEMPO DE OCUPAÇÃO DE PISTA NA DECOLAGEM
  - TEMPO DE VOO ENTRE O OM E A CABECEIRA



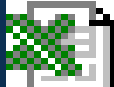









Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



# CÁLCULO



-  01 PASSO\_Tempo de Ocupação ARR
-  02 PASSO\_Tempo de Ocupação DEP
-  03 PASSO\_MÉDIA ARR DEP
-  04 PASSO MIX
-  05 PASSO PERCENTUAL DE UTILIZAÇÃO DE RWY
-  06 PASSO\_Tempo de Voo OM THR
-  07 PASSO\_PARTIÇÃO DE TRÁFEGO
-  08 PASSO\_CAP FIS
-  09 PASSO CAP. TEO RWY A
-  10 PASSO CAP. TEO RWY B



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



A304  
136

1108  
292

# ESTRATÉGIAS PARA OTIMIZAR A CAPACIDADE



# ESTRATÉGIAS PARA OTIMIZAR A CAPACIDADE



- Construção de novos sistemas de pistas (RWY/TWY)
- Maximizar a eficiência dos sistemas de pistas existentes (RWY/TWY)
- Maximizar as decolagens e os pousos, aplicando padrões operacionais eficientes.
- Maximizar o uso de ferramentas de apoio ao sistema



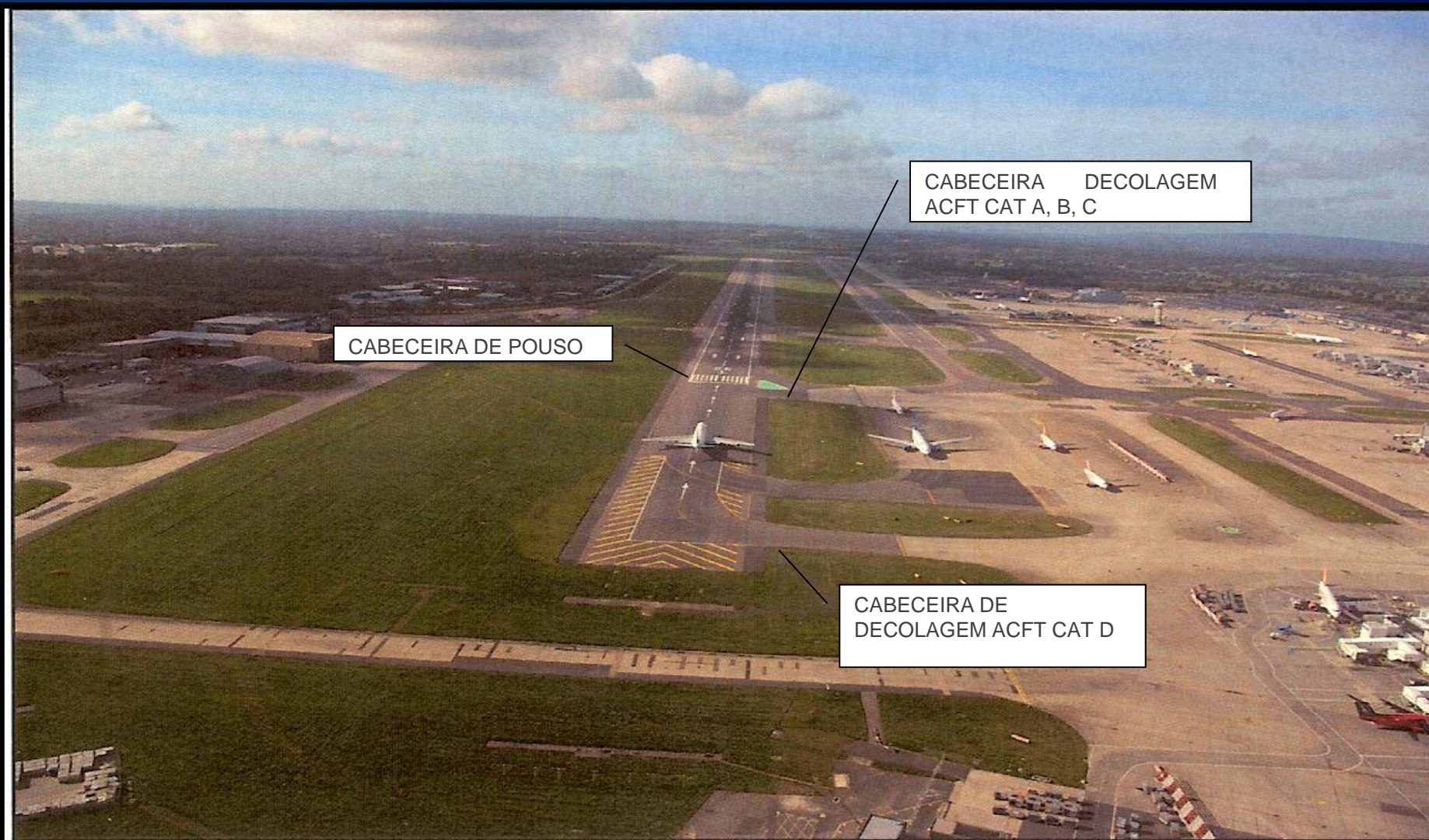
Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



# ESTRATÉGIAS PARA OTIMIZAR A CAPACIDADE



## AEROPORTO DE GATWICK



# ESTRATÉGIAS PARA OTIMIZAR A CAPACIDADE



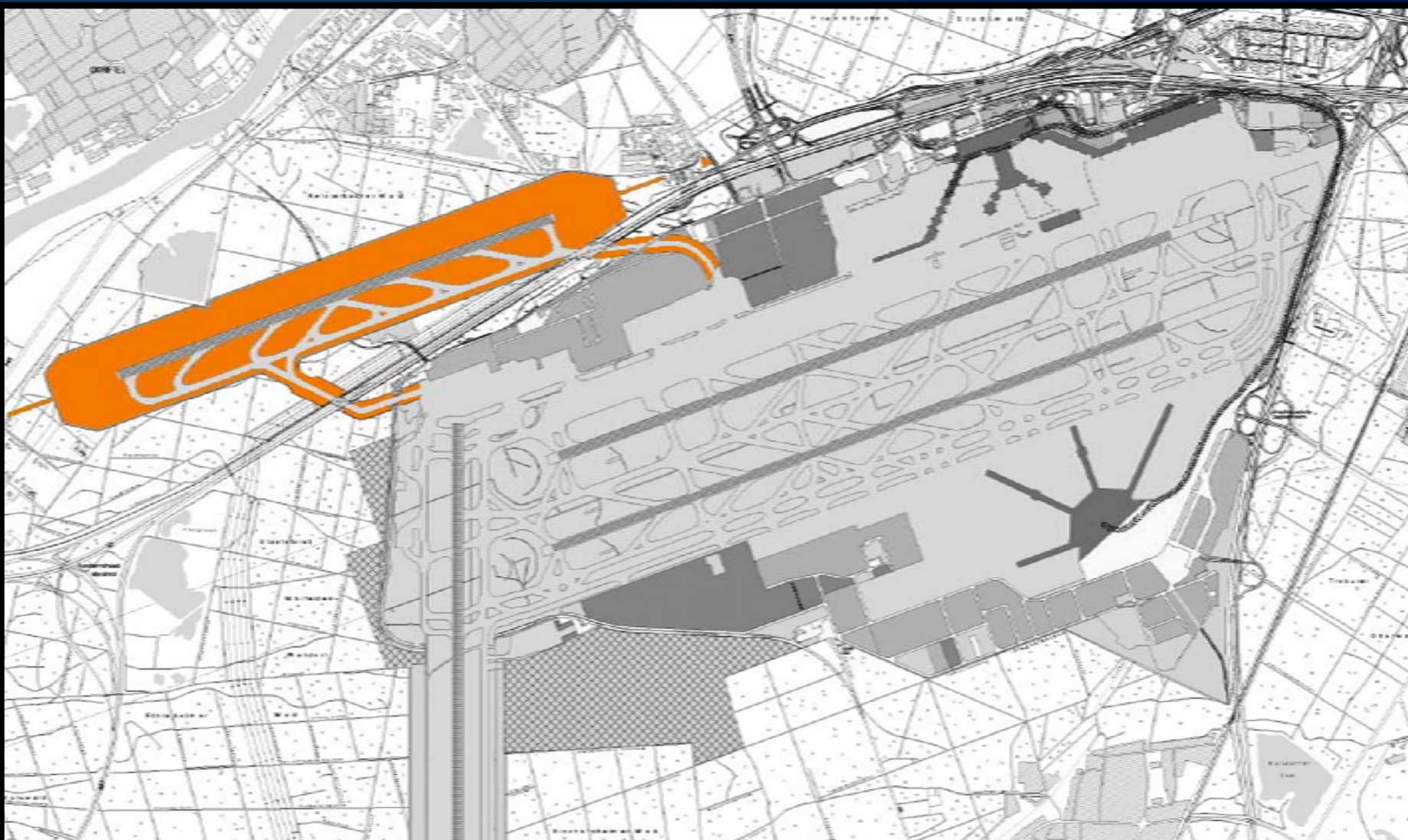
## AEROPORTO DE GATWICK



# ESTRATÉGIAS PARA OTIMIZAR A CAPACIDADE



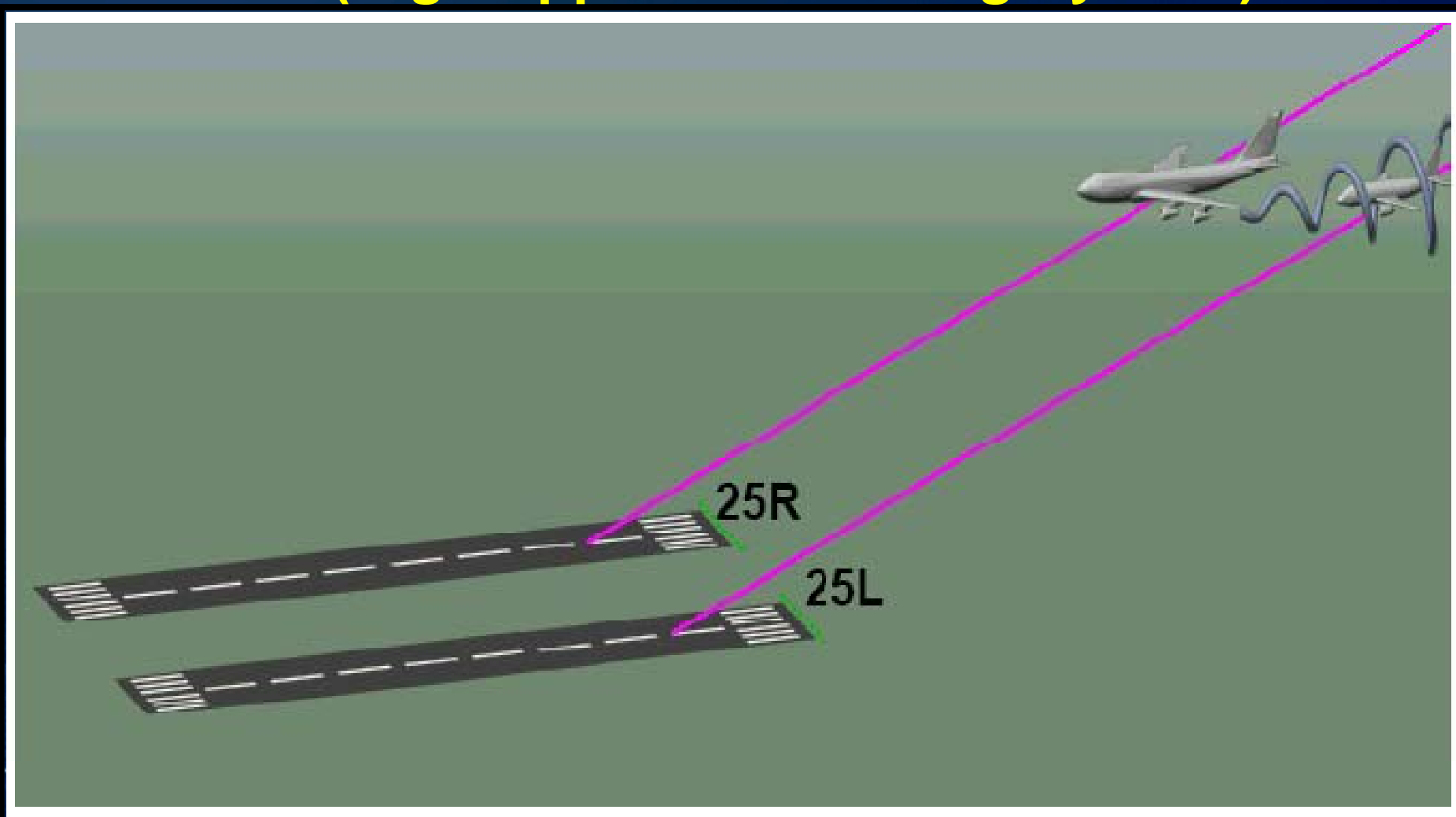
## AEROPORTO DE FRANKFURT



# ESTRATÉGIAS PARA OTIMIZAR A CAPACIDADE



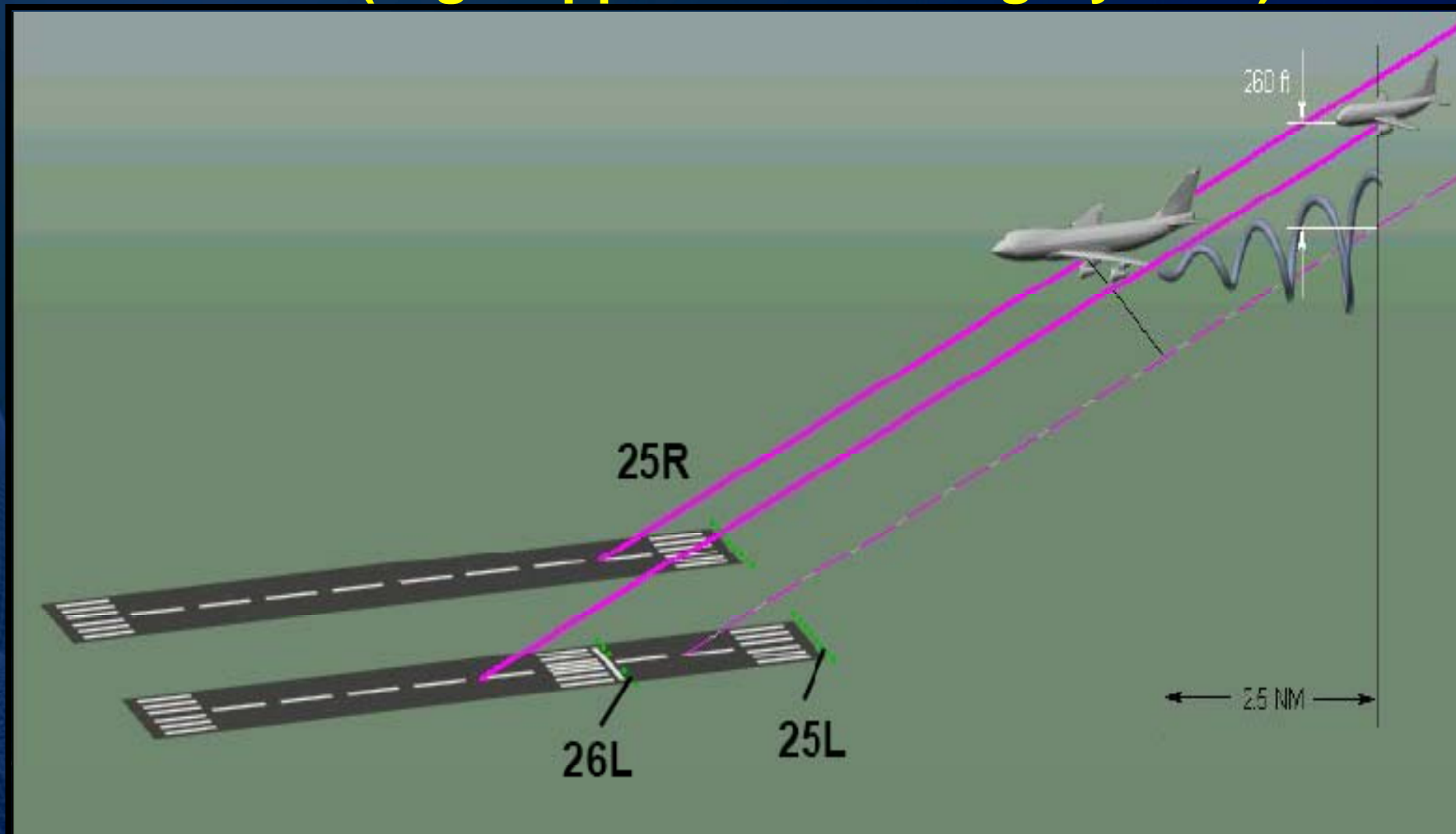
## HALS (High Approach Landing System)



# ESTRATÉGIAS PARA OTIMIZAR A CAPACIDADE



## HALS (High Approach Landing System)





# EXEMPLOS DE AERÓDROMOS



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



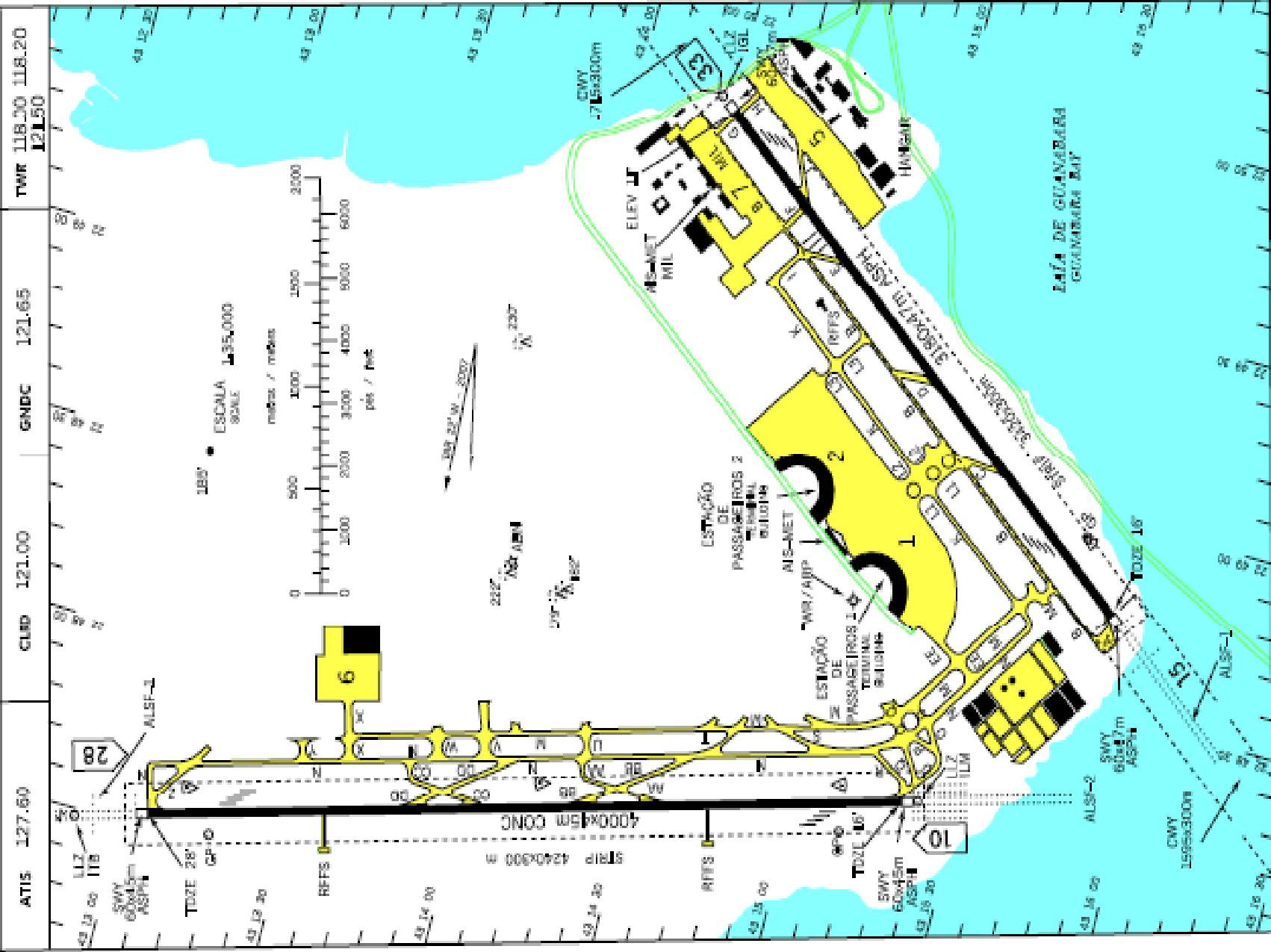


RIO DE JANEIRO/GALEÃO-ANTÔNIO CARLOS JOBIM, INTL  
RJ-BRASIL

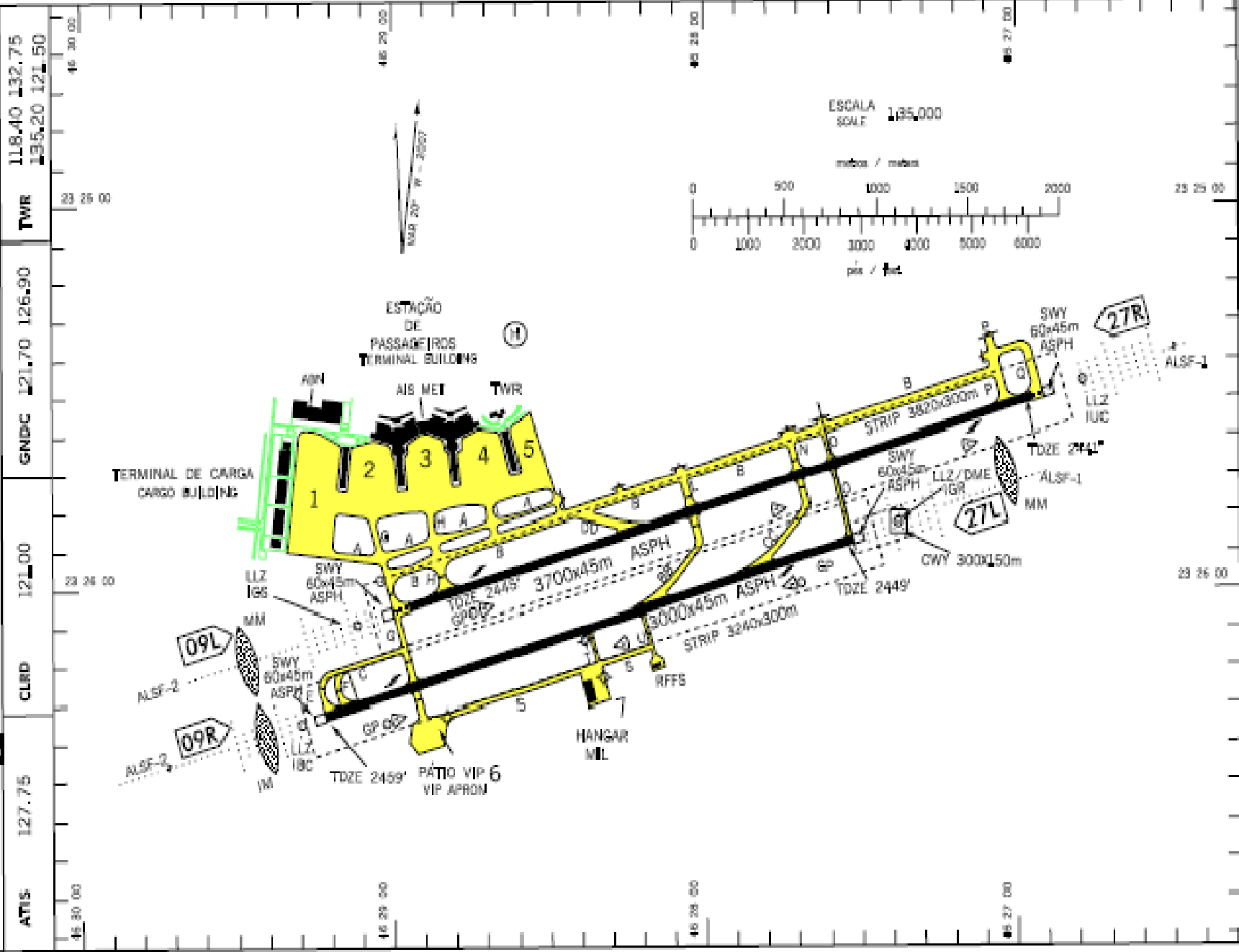
**ADC - SBGL**

ARP 522 48 36 WDB 15 02

**ELEV 28'**



07 JUN 07 MODIFICAÇÕES/CHANGES: VAR.





# CONCLUSÃO



Os índices que determinam a evolução do tráfego aéreo devem ser um fator de preocupação constante nas atividades de planejamento.

Os indicadores de crescimento do tráfego aéreo apontam a forma como a infra-estrutura instalada deve evoluir, permitindo que seja mantido o equilíbrio entre a capacidade disponível e a demanda.

Assim sendo, devem ser tomadas as ações necessárias para que seja alcançada a fluidez adequada, respeitando-se os índices de segurança previstos.



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



# ROTEIRO



- **INTRODUÇÃO**
- **CONCEITOS**
- **HISTÓRICO DA CAPACIDADE NO BRASIL**
- **RELAÇÃO ENTRE CAPACIDADE, DEMANDA E ATRASO**
- **ELEMENTOS QUE PODEM AFETAR A CAPACIDADE DE UM SISTEMA DE PISTAS**



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



# ROTEIRO



- **CAPACIDADE AEROPORTUÁRIA**
- **FASES DO CÁLCULO DA CAPACIDADE**
- **PRINCIPAIS PARÂMETROS UTILIZADOS NO CÁLCULO DA CAPACIDADE DE PISTA**
- **ESTRATÉGIAS PARA OTIMIZAR A CAPACIDADE**
- **CONCLUSÃO**



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo





*“O resultado encontrado nos cálculos da capacidade deve prover valores que acomodem a demanda em períodos de pico de tráfego sem impor penalidades operacionais ou econômicas.”*

Capacity Assessment & Planning Guidance  
EUROCONTROL  
Edition September 2007



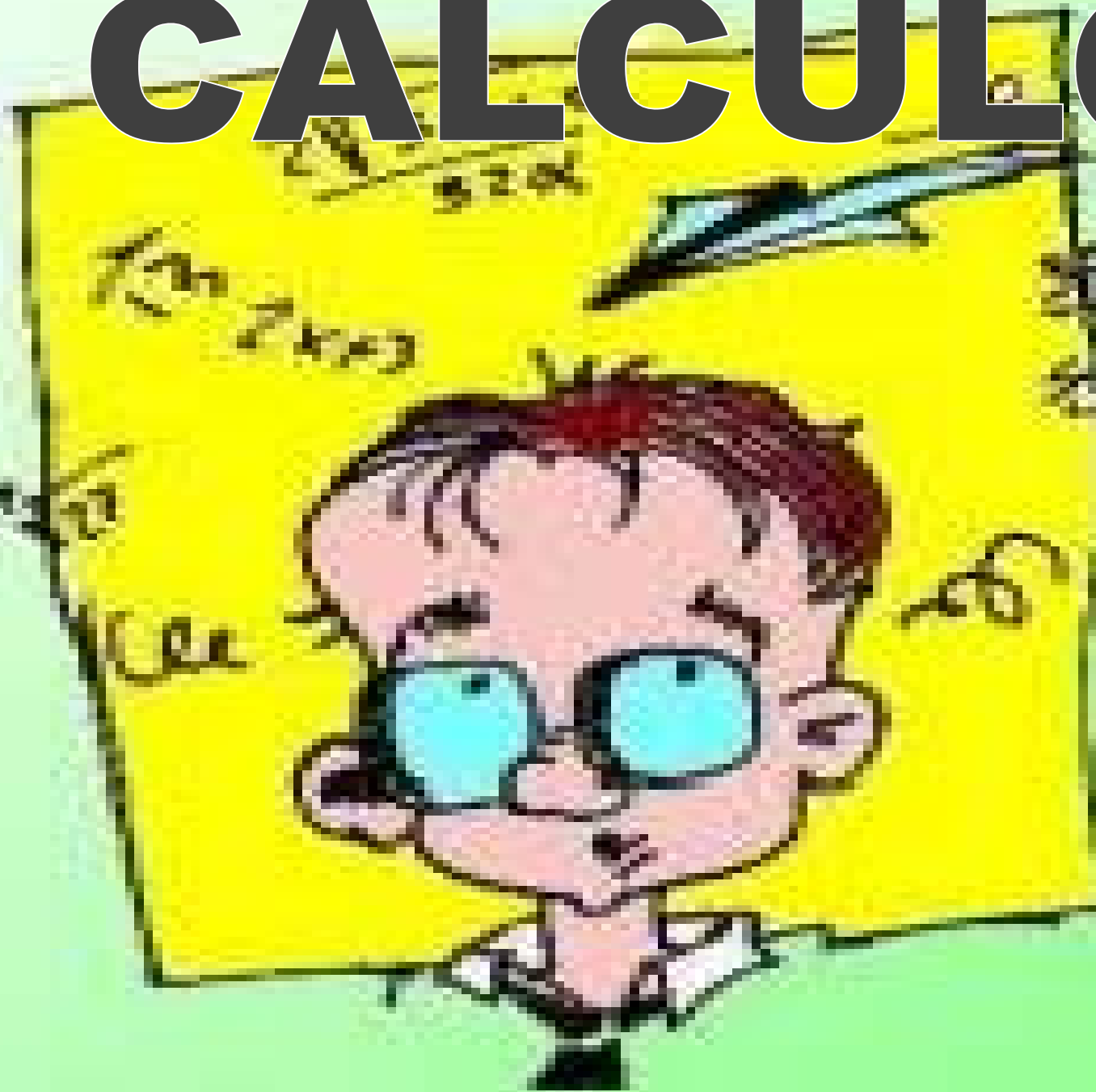
Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



A304  
136

1108  
292

# CÁLCULO



# CGNA

## CÁLCULO DE CAPACIDADE DE PISTA



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



# OBJETIVO



- ✓ **Apresentar o Método de Cálculo de Capacidade De Pista adotado no Brasil, para que, ao final do curso, os alunos possam aplicar, analisar e avaliar o Manual de Cálculo de Capacidade de Pista, bem como entender as variáveis que afetam o estudo de capacidade de pista.**



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



# ROTEIRO



## METODOLOGIA ADOTADA PELO BRASIL

- ❖ CAPACIDADE FÍSICA DE PISTA
- ❖ CAPACIDADE TÓRICA DE PISTA
- ❖ CAPACIDADE DECLARADA DE PISTA
- ❖ EXEMPLOS DA METODOLOGIA APLICADA

## CONCLUSÃO



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo





Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



A304  
136

1108  
292

# METODOLOGIA ADOTADA PELO BRASIL



No Brasil, o método de cálculo de capacidade de pista considera a possibilidade de ocorrer uma decolagem entre dois pousos consecutivos (ARR:50% DEP:50%), mantendo-se as separações mínimas regulamentar, previstas na ICA 100-12 (Regras do Ar e Serviço de Tráfego Aéreo). A capacidade de pista é calculada, para um intervalo de sessenta minutos, em função do tempo médio de ocupação de pista.

Para a determinação da capacidade do conjunto de pistas, os seguintes fatores são considerados:

- a) Fatores de Planejamento; e
- b) Fatores relativos às operações de pouso e de decolagem.



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



# METODOLOGIA ADOTADA PELO BRASIL



## Fatores de Planejamento

Aspectos operacionais que influenciam a determinação da capacidade de pista. Os mais comuns aplicados são:

- a) condições ideais de sequenciamento e coordenação de tráfego aéreo;
- b) todas as equipes operacionais são consideradas com a mesma capacitação e desempenho operacional;
- c) todos os equipamentos de rádio-navegação e auxílios visuais são considerados operacionais; e
- d) todos os equipamentos de comunicações (VHF/Telefonia) são considerados operacionais.



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



# METODOLOGIA ADOTADA PELO BRASIL



## Fatores relativos às operações de pouso e de decolagem.

- a) Tempos médios de ocupação de pista;
- b) Percentual de utilização das cabeceiras;
- c) Mix de aeronaves;
- d) Comprimento do segmento de aproximação final;
- e) Separação mínima regulamentar de aeronaves;
- f) Configuração das pistas de pouso e táxi;
- g) Procedimentos de saída; e
- h) Velocidade de aproximação final.



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



# CAPACIDADE FÍSICA DE PISTA



✓ **PROCESSO SIMPLIFICADO QUE TEM POR FINALIDADE PROPORCIONAR O PRIMEIRO INDICATIVO PARA OS VALORES DE CAPACIDADE DO AERÓDROMO. DESTINA-SE AOS AERÓDROMOS ONDE A DEMANDA DE TRÁFEGO AÉREO AINDA NÃO ATINGIU NÍVEIS DE CONGESTIONAMENTO.**



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



# CAPACIDADE FÍSICA DE PISTA



## 1° PASSO

✓ COLETA DE DADOS

MODUS OPERANDI (EMPRESAS AÉREAS/ATC)

INFRA-ESTRUTURA AEROPORTUÁRIA (PÁTIO/TWY)

TEMPOS DE OCUPAÇÃO DE PISTA



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



# CAPACIDADE FÍSICA DE PISTA



## 1° PASSO

### ✓ COLETA DE DADOS

REGISTRAR EM FORMULÁRIOS ESPECÍFICOS A CRONOMETRAGEM DOS TEMPOS DE OCUPAÇÃO DE PISTA DURANTE AS OPERAÇÕES DE POUSO (TOPP) E DE DECOLAGEM (TOPD), POR CATEGORIA DE AERONAVES.



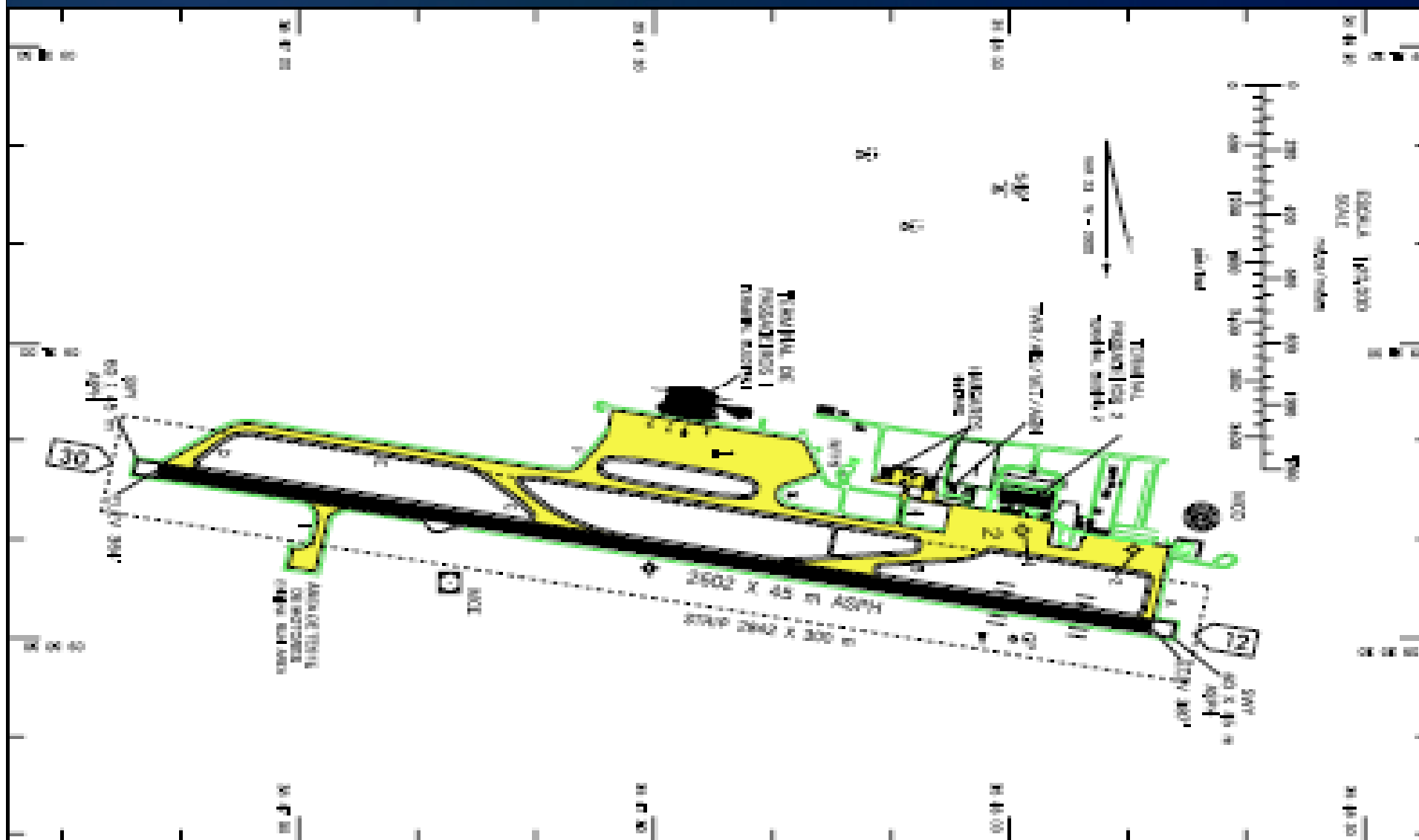
Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



# CAPACIDADE FÍSICA DE PISTA



## 1° PASSO









nto de Controle  
éreo





# CAPACIDADE FÍSICA DE PISTA



## Tempo no pouso

O tempo de ocupação de pista durante o pouso será contado a partir do momento em que a aeronave cruza a cabeceira até abandonar a pista.



Percurso efetuado desde o segmento de aproximação final (FAF) até a cabeceira



FAF

percurso efetuado desde o segmento de aproximação final até a liberação da pista

Departamento de Controle do Espaço Aéreo





Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



A304  
136

1108  
292

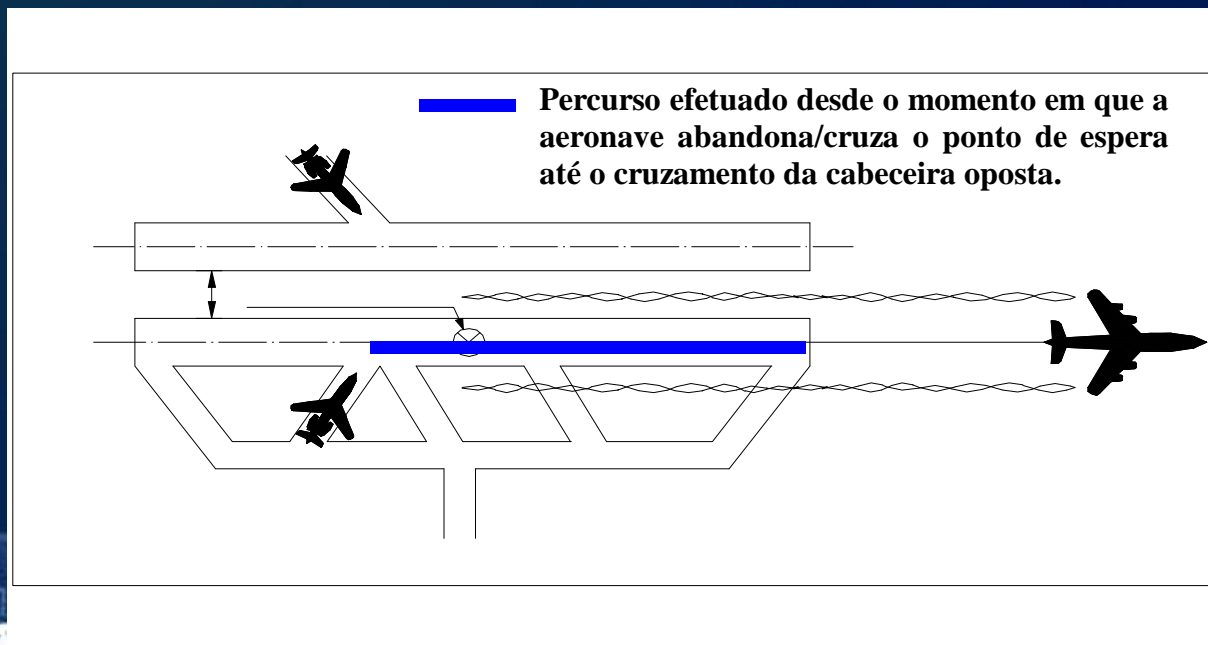
MATRÍCULA	Tipo	CAT	T empo (Seg)	TWY	Vento (Kt)	OBS.
FAB2523	E145	C	78	EE		11/8/2008 RWY11R
TAM3712	A320	C	76	EE		
GLO1613	B738	C	94	EE		
TAM3708	A319	C	76	EE		
GLO1846	B737	C	74	EE		
FAB2309	E110	B	94	EE		
FAB2582	E135	C	63	EE		
GLO1934	B738	C	85	EE		
PPFFZ	PA34	A	120	EE		
VRN2504	B733	C	82	EE		
TAP173	A332	D	87	Z		
TAM3183	A320	C	83	EE		
TAM3717	A320	C	81	EE		
TAM3579	A320	C	65	EE		
GRIFO52	TUCA	B	98	EE		
FAB6100	LJ55	C	69	EE		
GLO1206	B738	C	88	EE		
FAB2101	A319	C	92	EE		
FAB2581	E135	C	71	EE		
TAM3826	A320	C	71	EE		
GEIV53	H25B	C	86	EE		
TAM3547	A320	C	81	EE		
PTB1474	E120	B	76	EE		
PTLYZ	BE9T	B	91	EE		
TAM3592	A320	C	78	EE		

# CAPACIDADE FÍSICA DE PISTA



## Tempo na decolagem

O tempo de ocupação de pista durante a decolagem será contado a partir do momento em que a aeronave abandona o ponto de espera até o cruzamento da cabeceira oposta.





Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



A304  
136

1108  
292

MATRÍCULA	Tipo	CAT	EST	INGRESSO	CORRIDA	TOTAL	TWY	OBS.
TAM3577	A320	C	M	42	47	89	A	
GLO1925	B738	C	M	30	41	71	A	
TAM3511	A320	C	M	24	47	71	A	
NRA4876	L410	B	L	23	54	77	A	
GLO1844	B738	C	M	31	42	73	A	
PTEVJ	PA34	A	L	22	55	77	A	
NRA4886	L410	B	L	13	62	75	A	
AZU4241	E190	C	M	30	40	70	A	
PPSGF	E50P	B	L	17	45	62	A	
NRA4873	L410	B	L	14	65	79	A	
TIB5430	E170	C	M	26	41	67	A	
PTEVJ	PA34	A	L	19	61	80	A	
AZU4101	E190	C	M	26	41	67	A	
TAM3193	A320	C	M	32	48	80	A	
NRA4887	L410	B	L	12	65	77	A	
GLO1845	B737	C	M	32	45	77	A	
ONÇA08	C105	B	L	45	53	98	A	
GLO1925	B737	C	M	30	48	78	A	
TAM3577	A320	C	M	17	42	59	A	
TAM3511	A320	C	M	23	49	72	A	
PTEVJ	PA34	A	L	15	60	75	A	



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



A304  
136

1108  
292

## TEMPO MEDIO DE OCUPACAO DE PISTA DURANTE O POUSO (TOPP)



RWY 12			RWY 30	
CAT	TOP		CAT	TOP
A	54		A	54
B	57		B	57
C	69		C	69
D	88		D	88
E	0		E	0

## TEMPO MEDIO DE OCUPACAO DE PISTA DURANTE A DECOLAGEM (TOPD)

RWY 12			RWY 30	
CAT	TOP		CAT	TOP
A	85		A	85
B	82		B	82
C	78		C	78
D	73		D	73
E	0		E	0



Departamento de Controle do Espaço Aéreo



# CAPACIDADE FÍSICA DE PISTA



2º PASSO

✓ CÁLCULO DA MÉDIA ARITMÉTICA DOS TEMPOS DE OCUPAÇÃO DE PISTA POR CATEGORIA DE AERONAVES (MATOP) (CONTINUAÇÃO)

$$\text{MATOPA} = \frac{\text{MTOPPA} + \text{MTOFDA}}{2}$$

$$\text{MATOPB} = \frac{\text{MTOPPB} + \text{MTOFDB}}{2}$$

$$\text{MATOPC} = \frac{\text{MTOPPC} + \text{MTOFDC}}{2}$$

$$\text{MATOPD} = \frac{\text{MTOPPD} + \text{MTOFDD}}{2}$$

$$\text{MATOPE} = \frac{\text{MTOPPE} + \text{MTOFDE}}{2}$$



Departamento de Controle do Espaço Aéreo





(MATOP) MEDIA ARITMETICA ENTRE OS TEMPOS DE OCUPACAO DURANTE OS  
POUSOS (TOPP) E AS DECOLAGENS (TOPD)

RWY 12			RWY 30	
CAT	MATOP		CAT	MATOP
A	70		A	70
B	70		B	70
C	74		C	74
D	81		D	81
E	0		E	0



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo





# CAPACIDADE FÍSICA DE PISTA

## 3° PASSO

### CÁLCULO DO MIX DE AERONAVES (MIX)

O VALOR DO MIX SERÁ ENCONTRADO ATRAVÉS DA COMPARAÇÃO PERCENTUAL SEMANAL/ANUAL ENTRE O TOTAL DE AERONAVES NA RESPECTIVA SEMANA/ANO E O NÚMERO TOTAL DE AERONAVES DE CADA CATEGORIA.



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



# CAPACIDADE FÍSICA DE PISTA



## 3º PASSO

### ✓ CÁLCULO DO MIX DE AERONAVES (MIX) (CONTINUAÇÃO)

#### ESTUDO DE SBMO EM FUNÇÃO DA CATEGORIA DE AERONAVES

CAT	08/09	09/09	10/09	11/09	12/09	01/10	02/10	03/10	04/10	05/10	06/10	07/10	SOMA ANUAL	%
A	210	359	311	332	407	265	251	305	308	337	282	280	3647	20,52
B	137	137	123	299	156	145	88	103	114	112	246	340	2000	11,25
C	902	902	784	775	821	1153	856	991	960	977	962	981	11064	62,26
D	84	84	78	73	83	78	99	116	104	88	94	78	1059	5,96
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
TOTAL	1333	1482	1296	1479	1467	1641	1294	1515	1486	1514	1584	1679	17770	100

OBS: Foram desconsideradas as operações de helicópteros, visto que, estas aeronaves não utilizam a pista de pouso

# CAPACIDADE FÍSICA DE PISTA



## 3° PASSO

✓ CÁLCULO DO MIX DE AERONAVES (MIX)  
(CONTINUAÇÃO)

MACEIÓ	
MIX DE AERONAVES	
CAT	%
A	21
B	11
C	62
D	6
TOTAL	100



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



# CAPACIDADE FÍSICA DE PISTA



## 4° PASSO

✓ **CÁLCULO DO TEMPO MÉDIO DE OCUPAÇÃO DE PISTA (TMOP)**

**É O RESULTADO DA MÉDIA PONDERADA ENTRE AS MÉDIAS ARITMÉTICAS DOS TEMPOS DE OCUPAÇÃO DE PISTA (MATOP), POR CATEGORIA DE AERONAVES, ENCONTRADAS NO 2° PASSO, LEVANDO-SE EM CONSIDERAÇÃO O MIX DE AERONAVES ENCONTRADO NO 3° PASSO.**



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo





Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



A304  
136

1108  
292

RWY 12						RWY 30				
CAT	MATOP		CAT	MIX		CAT	MATOP		CAT	MIX
A	70		A	21%		A	70		A	21%
B	70		B	11%		B	70		B	11%
C	74	X	C	62%		C	74	X	C	62%
D	81		D	6%		D	81		D	6%
E	0		E	0%		E	0		E	0%
RWY 12						RWY 30				
TMOP						TMOP				
73,14						73,14				



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



A304  
136

1108  
292

# CAPACIDADE FÍSICA DE PISTA



## 5° PASSO

✓ CÁLCULO DA CAPACIDADE FÍSICA, POR CABECEIRA, PARA O INTERVALO DE UMA HORA (CFP)

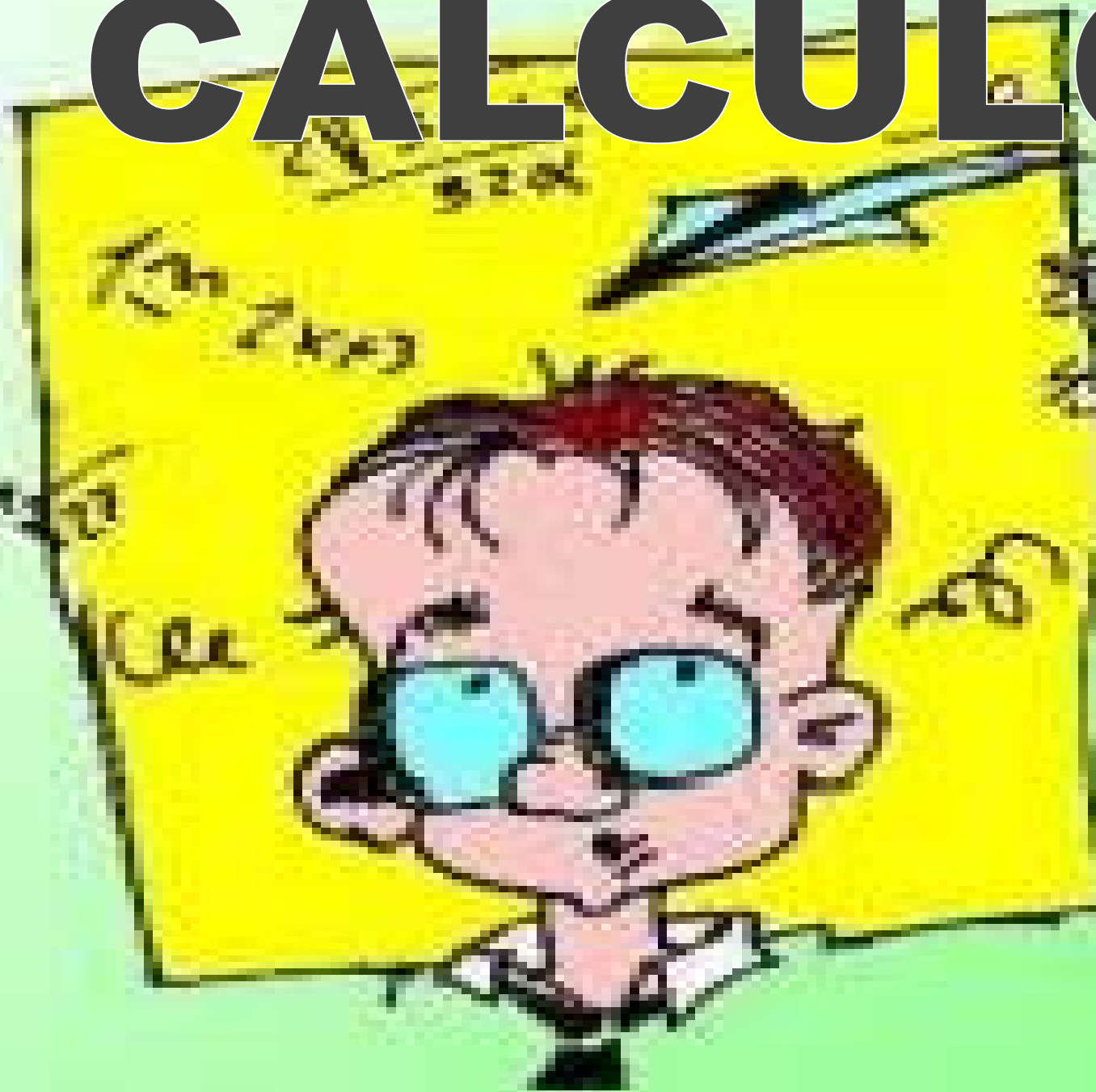
RWY 12						RWY 30
CFP						CFP
49,22						49,22



Departamento de Controle do Espaço Aéreo



# CÁLCULO



# EXERCÍCIO 01

**CALCULE: MATOP, TMOP e CFP.**

**RWY A**

<b>CAT ANV</b>	<b>MTOPP (seg)</b>	<b>MTOPD (seg)</b>
<b>A</b>	<b>53</b>	<b>85</b>
<b>B</b>	<b>59</b>	<b>70</b>
<b>C</b>	<b>65</b>	<b>60</b>
<b>D</b>	<b>83</b>	<b>63</b>

<b>CAT ANV</b>	<b>MIX %</b>
<b>A</b>	<b>10</b>
<b>B</b>	<b>15</b>
<b>C</b>	<b>70</b>
<b>D</b>	<b>5</b>

# EXERCÍCIO 1

2º passo

$$\text{MATOPA} = \frac{53+85}{2} = 69$$

$$\text{MATOPB} = \frac{59+70}{2} = 65$$

$$\text{MATOPC} = \frac{65+60}{2} = 63$$

$$\text{MATOPD} = \frac{83+63}{2} = 73$$

4º passo

$$\text{TMOP} = \frac{\sum (69 \times 10 + 65 \times 15 + 63 \times 70 + 73 \times 5)}{100} = 64$$

5º passo

$$\text{CFP} = \frac{3600}{64} = 56$$

# CAPACIDADE FÍSICA DE PISTA



## 6° PASSO

### ✓ CÁLCULO DA CAPACIDADE FÍSICA DO AERÓDROMO

É O RESULTADO DA MÉDIA PONDERADA ENTRE OS VALORES DE CAPACIDADE FÍSICA DE PISTA, POR CABECEIRA, ENCONTRADOS NO 5° PASSO, LEVANDO-SE EM CONSIDERAÇÃO O PERCENTUAL ANUAL DE UTILIZAÇÃO DAS CABECEIRAS, QUE SERÁ CALCULADO NESTE PASSO.



Departamento de Controle do Espaço Aéreo



# CAPACIDADE FÍSICA DE PISTA



## 6º PASSO

MÊS	RWY 12	RWY 30	Mov mensal	MÊS	RWY 12	RWY 30
08/09	1319	12	1331	08/09	99,10%	0,90%
09/09	1281	21	1302	09/09	98,39%	1,61%
10/09	1282	12	1294	10/09	99,07%	0,93%
11/09	1464	6	1470	11/09	99,59%	0,41%
12/09	1425	34	1459	12/09	97,67%	2,33%
01/10	1624	17	1641	01/10	98,96%	1,04%
02/10	1283	11	1294	02/10	99,15%	0,85%
03/10	1498	16	1514	03/10	98,94%	1,06%
04/10	1454	29	1483	04/10	98,04%	1,96%
05/10	1486	26	1512	05/10	98,28%	1,72%
06/10	1540	41	1581	06/10	97,41%	2,59%
07/10	1663	12	1675	07/10	99,28%	0,72%
<b>TOTAL</b>	<b>17319</b>	<b>237</b>	<b>17556</b>	<b>TOTAL</b>	<b>98,65%</b>	<b>1,35%</b>

# CAPACIDADE FÍSICA DE PISTA



6° PASSO

MACEIÓ	
PERCENTUAL DE UTILIZAÇÃO DE PISTA	
CABECEIRAS	%
12	98
30	2



Departamento de Controle do Espaço Aéreo





Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



A304  
136

1108  
292

# CAPACIDADE FÍSICA DE PISTA



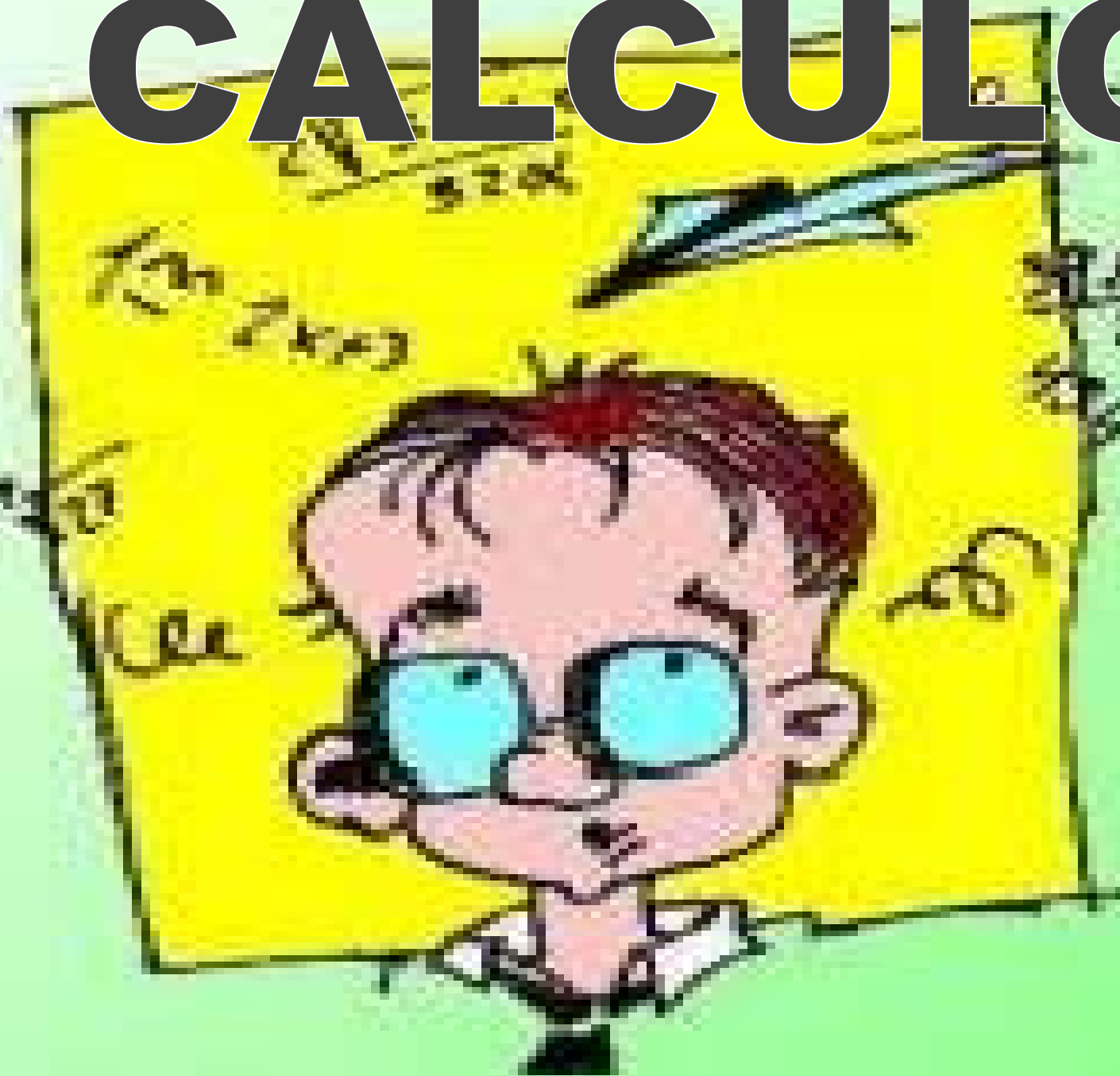
## 6° PASSO

- ✓ CÁLCULO DA CAPACIDADE FÍSICA DO AERÓDROMO (CONTINUAÇÃO)

### CAPACIDADE FÍSICA DE AERODROMO DE MACEIÓ

RWY	% UTIL		CFP		CAPACIDADE FÍSICA DE AERODROMO
12	98	X	49,22	➔	49
30	2		49,22		
TOTAL	100				

# CÁLCULO



## EXERCÍCIO 02

CALCULE: MATOP, TMOP, CFP e CFA.

RWY A

CAT ANV	MTOPP (seg)	MTOPD (seg)
A	99	105
B	86	89
C	77	102
D	86	105

RWY B

CAT ANV	MTOPP (seg)	MTOPD (seg)
A	44	89
B	54	86
C	57	86
D	71	88

CAT ANV	MIX %
A	6
B	14
C	77
D	3

RWY	MOV. ANUAL
RWY A	85.000
RWY B	15.000
TOTAL	100.000

## EXERCÍCIO 2

RWY "A"

2º passo

$$\text{MATOPA} = \frac{99+105}{2} = 102$$

$$\text{MATOPB} = \frac{86 + 89}{2} = 87$$

$$\text{MATOPC} = \frac{77+102}{2} = 89$$

$$\text{MATOPD} = \frac{86+105}{2} = 95$$

4º passo

$$\text{TMOP} = \frac{\sum (102 \times 6 + 87 \times 14 + 89 \times 77 + 95 \times 3)}{100} = 89$$

5º passo

$$\text{CFP} = \frac{3600}{89} = 40$$

## EXERCÍCIO 2

### RWY "B"

#### 2º passo

$$\text{MATOPA} = \frac{44+89}{2} = 66$$

$$\text{MATOPB} = \frac{54+86}{2} = 70$$

$$\text{MATOPC} = \frac{57+86}{2} = 71$$

$$\text{MATOPD} = \frac{71+88}{2} = 79$$

#### 4º passo

$$\text{TMOP} = \frac{\sum (66 \times 6 + 70 \times 14 + 71 \times 77 + 79 \times 3)}{100} = 70$$

#### 5º passo

$$\text{CFP} = \frac{3600}{70} = 51$$

RWY	% DE UTILIZAÇÃO (PU)
A	85
B	15
TOTAL	100

$$CFA = \frac{\sum (40 \times 85 + 51 \times 15)}{100} = 41$$

# CAPACIDADE TEÓRICA DE PISTA



✓ **CAPACIDADE DE PISTA CALCULADA, PARA UM INTERVALO DE SESENTA MINUTOS, EM FUNÇÃO DO TEMPO DE OCUPAÇÃO DE PISTA (TOP) ACRESCIDO DA LEGISLAÇÃO RELATIVA À SEPARAÇÃO REGULAMENTAR ENTRE AERONAVES, BEM COMO, DAS NORMAS E PROCEDIMENTOS ESPECÍFICOS APLICÁVEIS ÀS OPERAÇÕES AÉREAS DA LOCALIDADE CONSIDERADA. DESTINA-SE AOS AERÓDROMOS ONDE A DEMANDA DE TRÁFEGO AÉREO ATINGIU OU TENDE A ATINGIR NÍVEIS DE CONGESTIONAMENTO.**



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



# CAPACIDADE TEÓRICA DE PISTA



## 7° PASSO

✓ TEMPO DE VOO ENTRE O MARCADOR EXTERNO E A CABECEIRA (T)

TEMPO GASTO PELA AERONAVE, DESDE O MOMENTO EM QUE ELA PASSA SOBRE O MARCADOR EXTERNO ATÉ O CRUZAMENTO DA CABECEIRA DA PISTA OU, NA AUSÊNCIA DE UM MARCADOR EXTERNO, QUANDO INICIA O SEGMENTO DE APROXIMAÇÃO FINAL ATÉ O CRUZAMENTO DA CABECEIRA DA PISTA.



Departamento de Controle do Espaço Aéreo



# CAPACIDADE TEÓRICA DE PISTA



## 7° PASSO

✓ TEMPO DE VOO ENTRE O MARCADOR EXTERNO E A CABECEIRA (T) (CONTINUAÇÃO)

NOTA 1 NO CASO DA INEXISTÊNCIA DO OM, DEVEMOS DETERMINAR UM PONTO NA APROXIMAÇÃO FINAL, CUJA DISTÂNCIA SEJA CONHECIDA E QUE DETERMINE A IMPOSSIBILIDADE DE INGRESSO NA PISTA POR QUALQUER OUTRA AERONAVE, ENQUANTO A QUE POUSA ESTIVER PASSANDO POR ELE OU ESTEJA EM QUALQUER OUTRO TRECHO ENTRE O REFERIDO PONTO E A CABECEIRA EM ESTUDO.



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



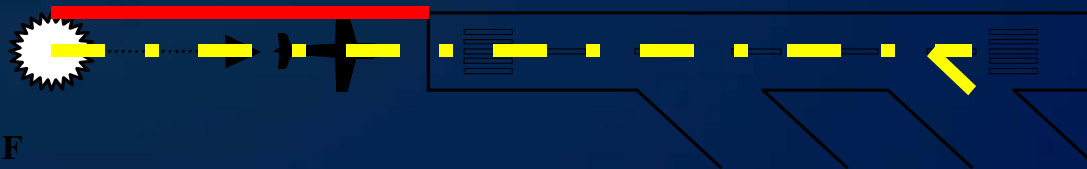
# CAPACIDADE TEÓRICA DE PISTA



## 7° PASSO



Percurso efetuado desde o segmento de aproximação final (FAF) até a cabeceira



FAF



percurso efetuado desde o segmento de aproximação final até a liberação da pista



Departamento de Controle do Espaço Aéreo





nto de Controle  
éreo



# CAPACIDADE TEÓRICA DE PISTA



## 7° PASSO

✓ **TEMPO DE VOO ENTRE O MARCADOR EXTERNO E A CABECEIRA (T)**

**REGISTRAR EM FORMULÁRIOS ESPECÍFICOS A CRONOMETRAGEM DOS TEMPOS DE VOO ENTRE O OM E A THR DA PISTA EM ESTUDO, CONSIDERANDO AS DIVERSAS CATEGORIAS DE AERONAVES QUE OPERAM NO AERÓDROMO.**



Departamento de Controle do Espaço Aéreo



TIPO	CAT	EST	10NM THR	5NM THR	OBS.
A320	C	M		131	
B738	C	M	236	126	
E170	C	M		124	
A320	C	M		131	
E190	C	M		125	
L410	B	L	328	163	
B737	C	M	207	121	
B737	C	M		123	
A320	C	M		125	
A320	C	M		120	
B738	C	M		130	
C208	A	L		176	
L410	B	L		161	
E190	C	M		124	
E170	C	M	206	122	
C580	C	L		136	
A320	C	M	214	126	
L410	B	L		162	



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



A304  
136

1108  
292

# CAPACIDADE TEÓRICA DE PISTA



## 7° PASSO

CAT	TEMPO (seg)	V. Media (Kt)	V.p/min	V.p/seg
A	243	111,11	1,85	0,03086
B	241,5	111,80	1,86	0,03106
C	179	150,84	2,51	0,0419
D	174,5	154,73	2,58	0,04298



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



# CAPACIDADE TEÓRICA DE PISTA



## 8° PASSO

✓ **CÁLCULO DAS VELOCIDADES DE APROXIMAÇÃO ENTRE O OM E A THR, POR CATEGORIA DE AERONAVE (V)**

**ESSA VELOCIDADE É O RESULTADO DA DIVISÃO DO COMPRIMENTO DO SEGMENTO DE APROXIMAÇÃO FINAL PELO TEMPO MÉDIO DE VOO ENTRE O MARCADOR EXTERNO E A CABECEIRA DA PISTA (TM) ENCONTRADO NO 7° PASSO.**



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo





Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



A304  
136

1108  
292

# CAPACIDADE TEÓRICA DE PISTA



## 8° PASSO

CAT	TEMPO (seg)	V. Media (Kt)	V.p/min	V.p/seg
A	243	111,11	1,85	0,03086
B	241,5	111,80	1,86	0,03106
C	179	150,84	2,51	0,0419
D	174,5	154,73	2,58	0,04298



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo





Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



# CAPACIDADE TEÓRICA DE PISTA



## 9° PASSO

✓ CÁLCULO DA VELOCIDADE MÉDIA DE APROXIMAÇÃO FINAL (VM)

CAT	V.p/seg		CAT	MIX
A	0,0309	<b>X</b>	A	21
B	0,0311		B	11
C	0,0419		C	62
D	0,0430		D	6
<b>VMP</b>				
<b>0,0385</b>				



Departamento de Controle do Espaço Aéreo



# CAPACIDADE TEÓRICA DE PISTA



## 10° PASSO

### ✓ CÁLCULO DA SEPARAÇÃO DE SEGURANÇA (SS)

O MÉTODO PREVÊ A POSSIBILIDADE DE OCORRER UMA DECOLAGEM ENTRE DOIS POUSOS CONSECUTIVOS, PORÉM SEM FERIR A SEPARAÇÃO MÍNIMA REGULAMENTAR (SMR), QUE NO BRASIL É ESTABELECIDADA NA ICA 100-12, ENTRE AS AERONAVES POUSANDO E DECOLANDO.



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



# CAPACIDADE TEÓRICA DE PISTA



## 10° PASSO

✓ CÁLCULO DA SEPARAÇÃO DE SEGURANÇA (SS)  
(CONTINUAÇÃO)

COM ESSE OBJETIVO, É NECESSÁRIO CALCULAR UMA DISTÂNCIA DE SEGURANÇA A SER SOMADA À SEPARAÇÃO MÍNIMA REGULAMENTAR, ENTRE AS AERONAVES EM APROXIMAÇÃO, DE FORMA A VIABILIZAR A DECOLAGEM DE UMA AERONAVE, LOGO APÓS O POUSO DA PRIMEIRA, MAS SEM COMPROMETER A SUA SEPARAÇÃO REGULAMENTAR COM A SEGUNDA AERONAVE EM APROXIMAÇÃO.



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



# CAPACIDADE TEÓRICA DE PISTA



## 10° PASSO

✓ CÁLCULO DA SEPARAÇÃO DE SEGURANÇA (SS)  
(CONTINUAÇÃO)

CALCULANDO-SE A DISTÂNCIA PERCORRIDA NA APROXIMAÇÃO FINAL PELA SEGUNDA AERONAVE, DURANTE O TEMPO EM QUE A PISTA PERMANECEU OCUPADA PELA PRIMEIRA, E SOMANDO-SE A DISTÂNCIA CALCULADA COM A SEPARAÇÃO REGULAMENTAR MÍNIMA ADOTADA, OBTÊM-SE A SEPARAÇÃO NECESSÁRIA ENTRE DOIS POUSOS CONSECUTIVOS.



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo







Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



# CAPACIDADE TEÓRICA DE PISTA



## 10° PASSO

<b>VM</b>	<b>TMOP</b>		<b>SS</b>
<b>NM/seg</b>	<b>seg.</b>	<b>=</b>	<b>NM</b>
0,0385	73,14		2,82



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo





Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



# CAPACIDADE TEÓRICA DE PISTA



## 11° PASSO

SS		SMR		ST
NM		NM		NM
2,82		5,00		7,82



Departamento de Controle do Espaço Aéreo



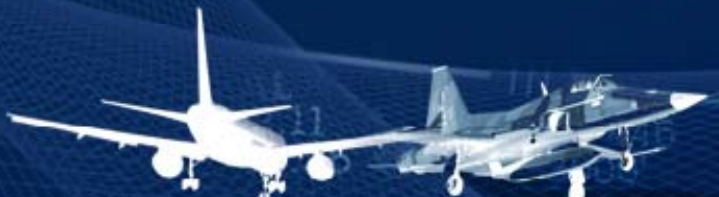
# CAPACIDADE TEÓRICA DE PISTA



## 11° PASSO

✓ CÁLCULO DA SEPARAÇÃO TOTAL ENTRE DOIS POUÇOS CONSECUTIVOS (ST) (CONTINUAÇÃO)

EXISTEM CASOS EM QUE A SS PODE SER DESCONSIDERADA. NORMALMENTE ISSO PODE OCORRER EM AEROPORTOS QUE POSSUEM DUAS OU MAIS PISTAS, ONDE SE PODE AUMENTAR O DINAMISMO DA OPERAÇÃO AO SE DEIXAR UMA AERONAVE ALINHADA EM UMA PISTA ENQUANTO AGUARDA O POUZO DE UMA AERONAVE NA OUTRA PISTA.



Departamento de Controle do Espaço Aéreo

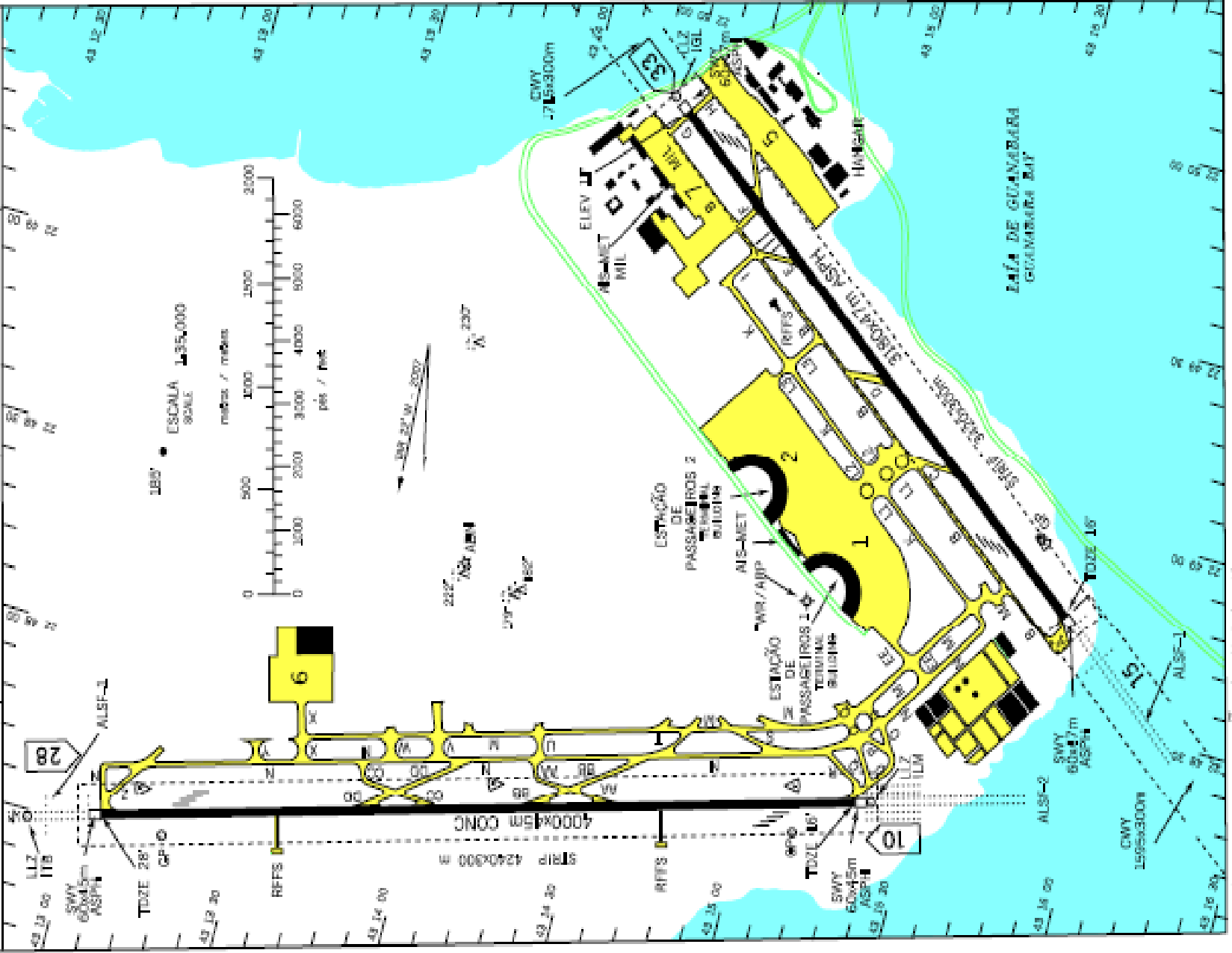


RIO DE JANEIRO/GALEÃO-ANTÔNIO CARLOS JOBIM, INTL  
RJ-BRASIL

**ADC - SBGL** **WORK**

**ELEV 28'**

ATIS 127.60	CLRD 121.00	GNDC 121.65	TWR 118.20 121.50
-------------	-------------	-------------	----------------------





Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



A304  
136

1108  
292





Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



A304  
136

1108  
292

# CAPACIDADE TEÓRICA DE PISTA



## 13° PASSO

✓ CÁLCULO DO NÚMERO DE POUSOS NO INTERVALO DE UMA HORA (P).

VM	TMOP	=	SS	+	SMR	=	ST
NM/seg	seg.	=	NM	+	NM	=	NM
0,0385	73,14	=	2,82	+	5,00	=	7,82

TEMPO DE VOO PARA PERCORRER A SEPARAÇÃO TOTAL (TMST)  
(distância 7,82 NM)

203

NÚMERO DE POUSOS

18



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



A304  
136

1108  
292

# CAPACIDADE TEÓRICA DE PISTA



14° PASSO

✓ CÁLCULO DO NÚMERO DE DECOLAGENS NO INTERVALO DE UMA HORA (D).

**NÚMERO DE POUSOS**

18

**NÚMERO DE DECOLAGENS (P - 1)**

17



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



# CAPACIDADE TEÓRICA DE PISTA



15° PASSO

✓ CÁLCULO DA CAPACIDADE TEÓRICA DE PISTA (CTP).

**NÚMERO DE POUSOS**

18

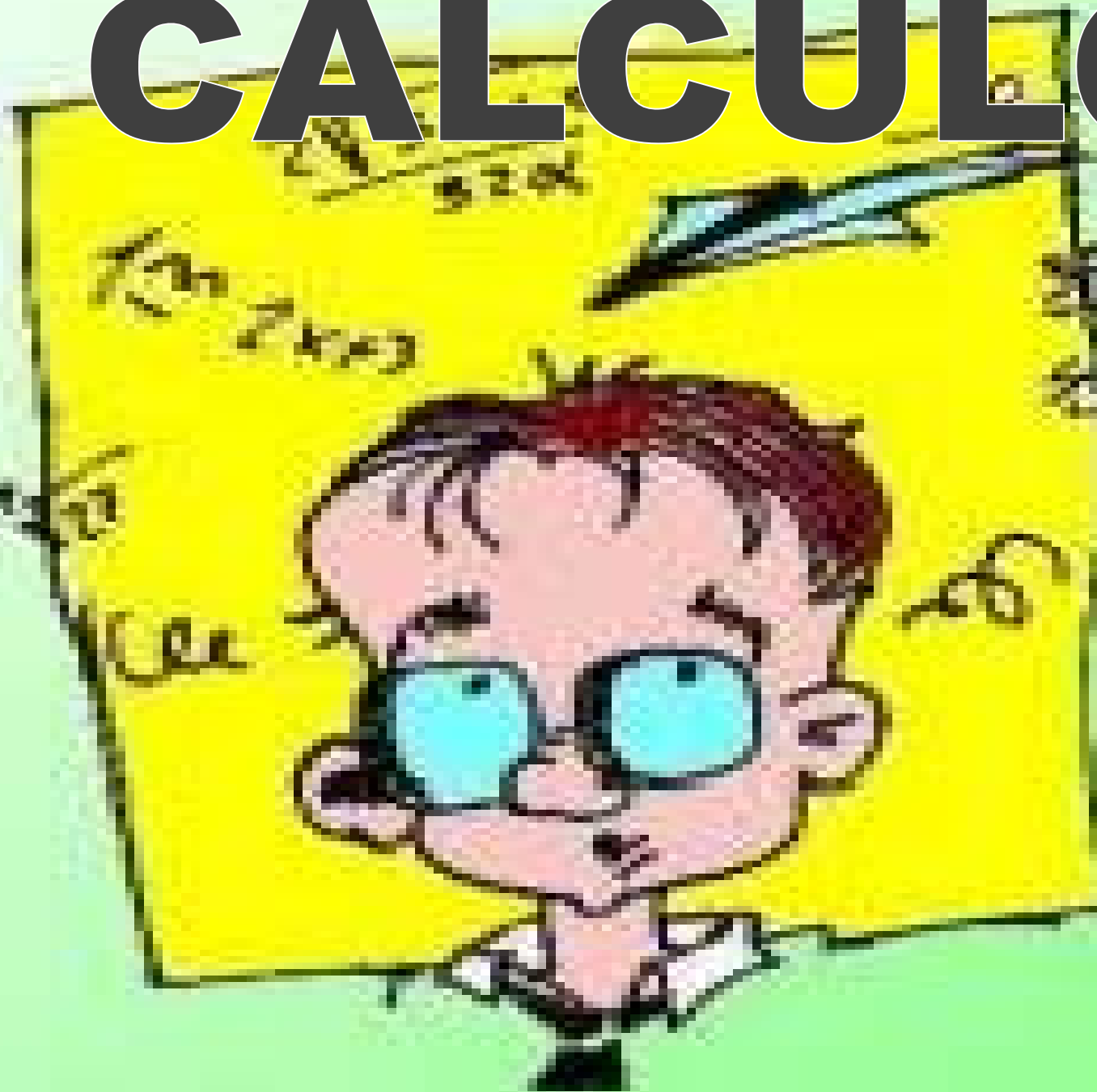
**NÚMERO DE DECOLAGENS (P - 1)**

17

**CAPACIDADE DA PISTA**

35

# CÁLCULO



## EXERCÍCIO 3

CONSIDERANDO OS RESULTADOS OBTIDOS NO EXERCÍCIO 2,  
CALCULE A CTP DA RWY “A”, SABENDO:

SAF= 5NM

SMR=5NM

CAT ANV	TM (seg)
A	140
B	130
C	125
D	120

### EXERCÍCIO 3

RWY "A"

8º passo

$$VAA = \frac{5NM}{140}$$

$$VAB = \frac{5NM}{130}$$

$$VAC = \frac{5NM}{125}$$

$$VAD = \frac{5NM}{120}$$

$$VAA = 0,0357$$

$$VAB = 0,0384$$

$$VAC = 0,04$$

$$VAD = 0,0416$$

9º passo

$$VM = \frac{6 \times 0,0357 + 14 \times 0,0384 + 77 \times 0,04 + 3 \times 0,0416}{100} = 0,039566$$

10º passo

$$SS = 0,039566 \times 89 = 3,521374 = 4NM$$

11º passo

$$ST = 5NM + 4NM = 9NM$$

## EXERCÍCIO 3 (CONTINUAÇÃO)

RWY "A"

12º passo

$$\text{TMST} = \frac{9\text{NM}}{0,0395} = 228 \text{ seg}$$

13º passo

$$P = \frac{3600 \text{ seg}}{228 \text{ seg}} = 15$$

14º passo

$$D = 15 - 1 = 14$$

15º passo

$$\text{CTP} = 15 + 14 = 29$$



# CAPACIDADE DECLARADA DE PISTA



✓ CAPACIDADE DE PISTA PLENAMENTE SUSTENTÁVEL DO PONTO DE VISTA OPERACIONAL RESULTANTE DAS VERSÕES ANTERIORES ACRESCIDAS DE PARÂMETROS QUE INTERFEREM DIRETA OU INDIRETAMENTE NO “MODUS OPERANDI” DO ÓRGÃO DE CONTROLE DE TRÁFEGO AÉREO. TRATA-SE DO VALOR EFETIVAMENTE DIVULGADO, OU SEJA, PARA SE CHEGAR A UM VALOR FINAL SÃO REUNIDAS E AVALIADAS TODAS AS VARIÁVEIS ESTUDADAS. O RESULTADO DESTE ESTUDO PODE ACARRETAR UM VALOR DIFERENTE DOS ANTERIORMENTE CALCULADOS.



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



# CAPACIDADE DECLARADA DE PISTA



## 16° PASSO

✓ **CÁLCULO DA CAPACIDADE DECLARADA DO CONJUNTO DE PISTAS (CDP).**

**É O RESULTADO DA MÉDIA PONDERADA ENTRE AS CAPACIDADES TEÓRICAS DE PISTA ENCONTRADAS NO 15° PASSO, LEVANDO-SE EM CONSIDERAÇÃO O PERCENTUAL DE UTILIZAÇÃO DE PISTA ENCONTRADO NO 6° PASSO.**



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo





Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



A304  
136

1108  
292

# CAPACIDADE DECLARADA DE PISTA



16° PASSO

✓ CÁLCULO DA CAPACIDADE DECLARADA DO CONJUNTO DE PISTAS (CDP).

## CAPACIDADE DECLARADA DE PISTA DE MACEIÓ

RWY	% UTIL		CTP	
12	98	X	35	➔
30	2		35	
TOTAL	100			CAPACIDADE DECLARADA DE PISTA 35

# CAPACIDADE DECLARADA DE PISTA



## 16° PASSO

✓ **CÁLCULO DA CAPACIDADE DECLARADA DO CONJUNTO DE PISTAS (CDP) (CONTINUAÇÃO).**

**CABE SALIENTAR QUE, CONFORME PREVISTO NO DOC 9426, UM ÓRGÃO ATC NÃO É CAPAZ DE OPERAR COM SUA CAPACIDADE MÁXIMA DURANTE TODO O TURNO DE FUNCIONAMENTO, SENDO AFETADO POR DIVERSAS VARIÁVEIS QUE REDUZEM, CONSIDERAVELMENTE A CAPACIDADE EM DETERMINADOS HORÁRIOS.**



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



# CAPACIDADE DECLARADA DE PISTA



## 16° PASSO

✓ **CÁLCULO DA CAPACIDADE DECLARADA DO CONJUNTO DE PISTAS (CDP) (CONTINUAÇÃO).**

**PARA TANTO, É CONVENIENTE A ADOÇÃO DE PERCENTUAIS ENTRE 80% E 90%, PERMITINDO UMA FLEXIBILIZAÇÃO DOS VALORES DE CAPACIDADE, OU SEJA, UM INTERVALO CONSIDERADO IDEAL, MANTENDO A SEGURANÇA DAS OPERAÇÕES AÉREAS.**



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo





Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



# Exemplos da Metodologia Aplicada



APROXIMAÇÕES	DECOLAGENS	VEL. APR.	TOPD	MATOP	SEPARAÇÕES (NM)	RECOMENDADA	
AxA	A	0,034	108	108	8,67	8	9
AxA	B	0,034	109	109	8,71	8	9
AxA	C	0,034	139	139	9,73	9	10
AxB	A	0,0376	108	108	9,06	9	10
AxB	B	0,0376	109	109	9,10	9	10
AxB	C	0,0376	139	139	10,23	10	11
AxC	A	0,041	108	108	9,43	9	10
AxC	B	0,041	109	109	9,47	9	10
AxC	C	0,041	139	139	10,70	10	11
BxA	A	0,034	108	108	8,67	8	9
BxA	B	0,034	109	109	8,71	8	9
BxA	C	0,034	139	139	9,73	9	10
BxB	A	0,0376	108	108	9,06	9	10
BxB	B	0,0376	109	109	9,10	9	10
BxB	C	0,0376	139	139	10,23	10	11
BxC	A	0,041	108	108	9,43	9	10
BxC	B	0,041	109	109	9,47	9	10
BxC	C	0,041	139	139	10,70	10	11
CxA	A	0,034	108	108	8,67	8	9
CxA	B	0,034	109	109	8,71	8	9
CxA	C	0,034	139	139	9,73	9	10
CxB	A	0,0376	108	108	9,06	9	10
CxB	B	0,0376	109	109	9,10	9	10
CxB	C	0,0376	139	139	10,23	10	11
CxC	A	0,041	108	108	9,43	9	10
CxC	B	0,041	109	109	9,47	9	10
CxC	C	0,041	139	139	10,70	10	11

# CONCLUSÃO



✓ O MANUAL DE CÁLCULO DE CAPACIDADE UTILIZADO PELO BRASIL É UM DOCUMENTO QUE ORIENTA OS ESPECIALISTAS EM TRÁFEGO AÉREO NA DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DO CONJUNTO DE PISTAS DAS DIVERSAS LOCALIDADES.

CADA AEROPORTO POSSUI AS SUAS PARTICULARIDADES, O QUE EXIGE DOS ESPECIALISTAS EM TRÁFEGO AÉREO UM ANÁLISE CRITERIOSA DO “MODUS OPERANDI” DA LOCALIDADE, PARA QUE O MÉTODO SEJA APLICADO ADEQUADAMENTE.



Departamento de Controle do Espaço Aéreo



# ROTEIRO



## METODOLOGIA ADOTADA PELO BRASIL

- ❖ CAPACIDADE FÍSICA DE PISTA
- ❖ CAPACIDADE TÓRICA DE PISTA
- ❖ CAPACIDADE DECLARADA DE PISTA
- ❖ EXEMPLOS DA METODOLOGIA APLICADA

## CONCLUSÃO



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



# OBJETIVO



- ✓ **Apresentar o Método de Cálculo de Capacidade De Pista adotado no Brasil, para que, ao final do curso, os alunos possam aplicar, analisar e avaliar o Manual de Cálculo de Capacidade de Pista, bem como entender as variáveis que afetam o estudo de capacidade de pista.**



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo



# CGNA

**GERENCIAR PARA QUE TODOS POSSAM VOAR**



Departamento de Controle  
do Espaço Aéreo

