



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Aeroportos e Transporte Aéreo

Planejamento aeroportuário



PLANEJAMENTO AEROPORTUÁRIO

→ **racionalizar fluxo de recursos – minimizar custos frente às necessidades**

Considerações

estimativas de demanda

exercício de “futurologia”?

uso de novas tecnologias

novos aviões, novos auxílios-rádio e equipamentos de solo
conflitos

aeroporto bom é próximo ou distante da cidade?

Requisitos básicos

área

demanda

segurança

operações

integração ao meio ambiente

ecológico

intermodalidade



PLANEJAMENTO AEROPORTUÁRIO

Produtos	plano diretor	normalmente inclui estudo de viabilidade
	projeto básico	
	projeto executivo	
	projeto <i>as built</i>	

diferenças: detalhamento

por que não fazer direto o projeto executivo?

→ obtenção de licenças e

→ ganho de tempo

- **plano diretor** **volume de terraplenagem → licitar**
 identificar fornecedores de equipamentos
- **projeto básico** **início terraplenagem**
 aquisição de equipamentos
- **projeto executivo** **terraplenagem pronta**
 início da entrega de equipamentos



PLANEJAMENTO AEROPORTUÁRIO

Etapas

1. levantamento de dados

**população, demanda existente (aéreo ou outros modos), uso de solo,
histórico e tendências econômicas, projetos previstos**

2. estimativas de demanda - projeções

**passageiros (por tipos), de movimentos (por tipos de aviões), empresas aéreas
rotas, funcionários, serviços em terra → identificar incertezas**

3. estudos de capacidade

4. identificação das necessidades → instalações

5. integração ao meio ambiente

ecológico

transportes (aeroporto como ponto intermodal)



PLANEJAMENTO AEROPORTUÁRIO

Conteúdo **essencial** de um plano diretor aeroportuário

1. **Descrição de todas as instalações** aeroportuárias: terminais, pistas, pátios, etc.
2. **Uso de solo**, no entorno do aeroporto (de forma a não criar conflitos com a região em que se localiza o aeroporto) mas também dentro da área aeroportuária (indicando as áreas em destinadas a instalações que não são atribuição direta do aeroporto, como hangares de manutenção, áreas de combustíveis, etc.)
3. **Requisitos de acesso e egresso**, de forma a garantir a integração do aeroporto como um nó da malha de transportes da região
4. **Faseamento das obras** ao longo do tempo, de forma a compatibilizar a oferta à demanda
5. Verificação das **viabilidades** técnica (tecnologia disponível?), operacional (operação possível?), financeira (recursos permitem fazer?) e econômica (ele se paga?) de cada um dos componentes (equipamentos e instalações) do aeroporto.
6. Identificação dos **impactos ambientais** durante a construção e a operação do aeroporto

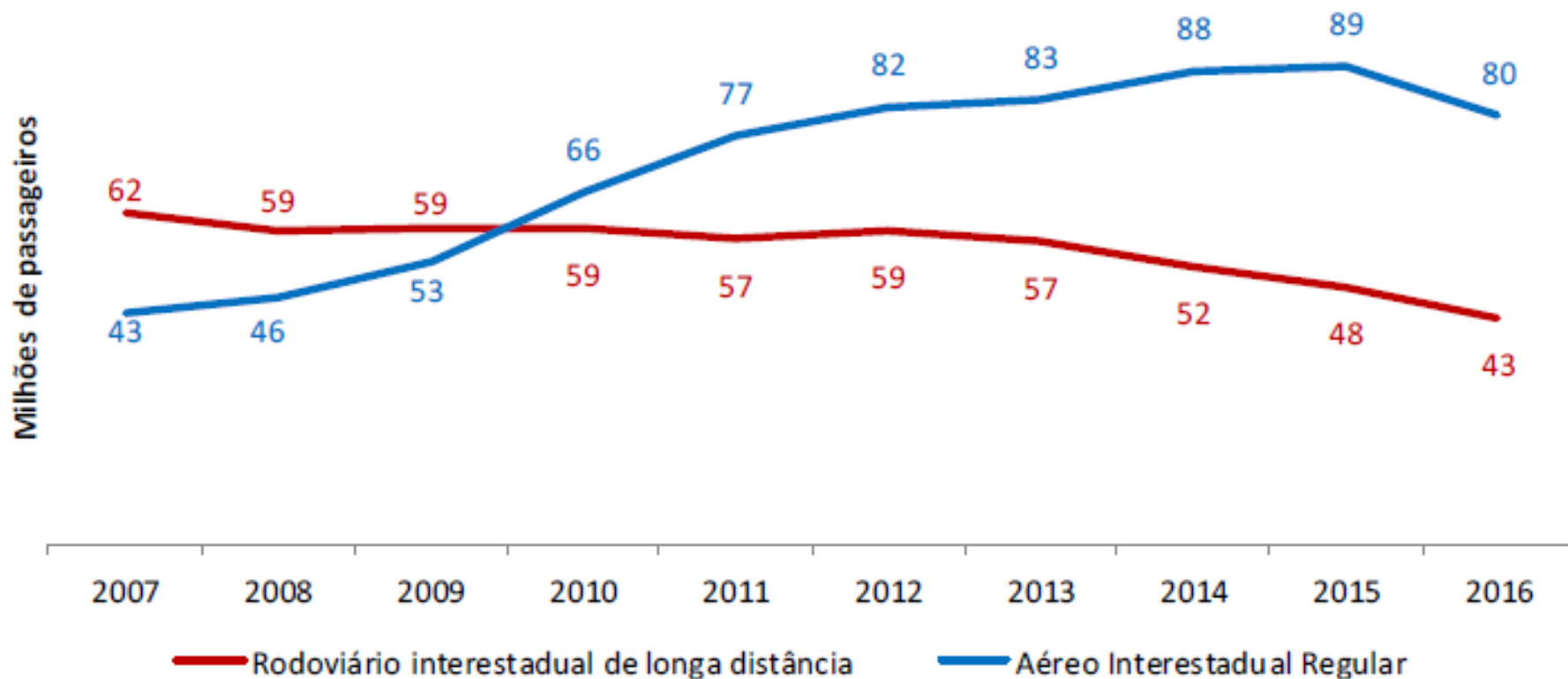


PLANEJAMENTO AEROPORTUÁRIO

- **Projeção de demanda**
 - crescimento vegetativo
 - investimentos (projetos específicos) → influência econômica em
 - renda
 - emprego
 - população
 - renda per capita
 - comparação com outros aeroportos
 - volume de tráfego
 - taxas de crescimento
 - passageiros por habitante (no município, na região, no estado)
 - tráfego origem-destino e trânsito (baldeação)
 - diversos tipos de projeção (métodos quantitativos)
 - método Delphi de projeção – iterativo, com painel de especialistas
- passageiros (embarcados + desembarcados) por ano**



Planejamento – demanda interestadual aérea e rodoviária





PIB e demanda

Elasticidade da demanda em relação ao PIB

- mercados maduros

1,8 a 2,0

elasticidade

2007

2,1

2008

1,7

2009

-

2010

3,1

2011

4,0

2012

3,6

2013

0,5

2014

11,6

2015

-

2016

1,9

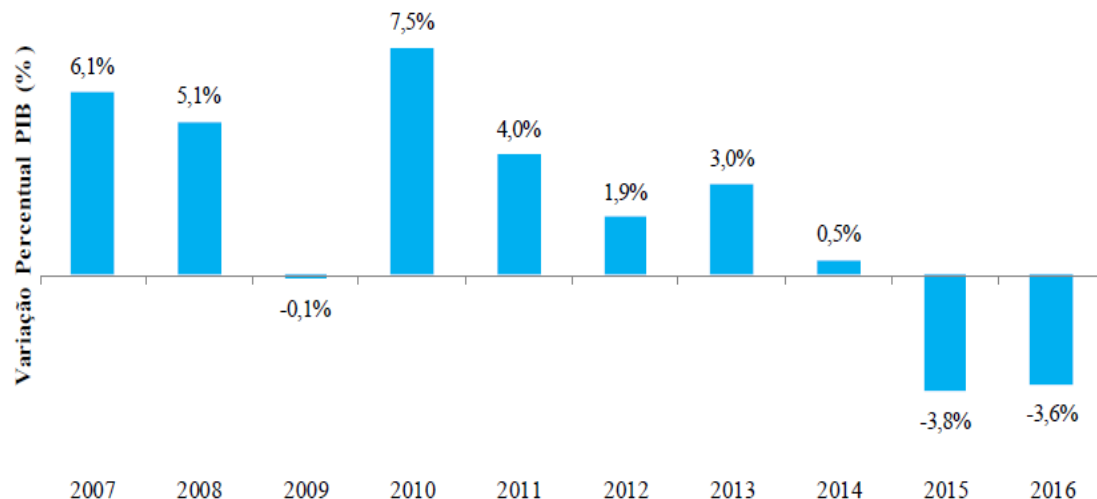
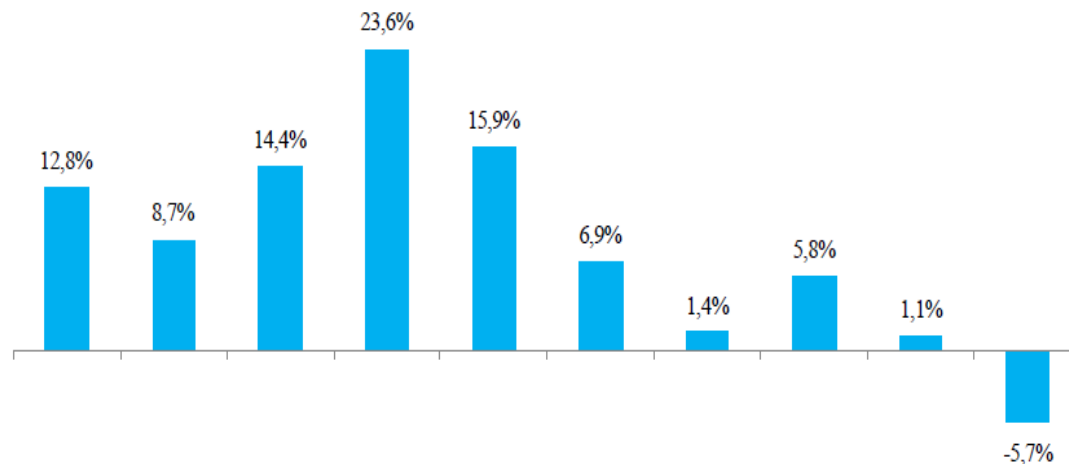


Figura 4.27: Variação do RPK em relação ao ano anterior – mercado doméstico, 2007 a 2016

- mercados jovens (Brasil)

2,0 a 4,0





Planejamento – passageiros em conexão

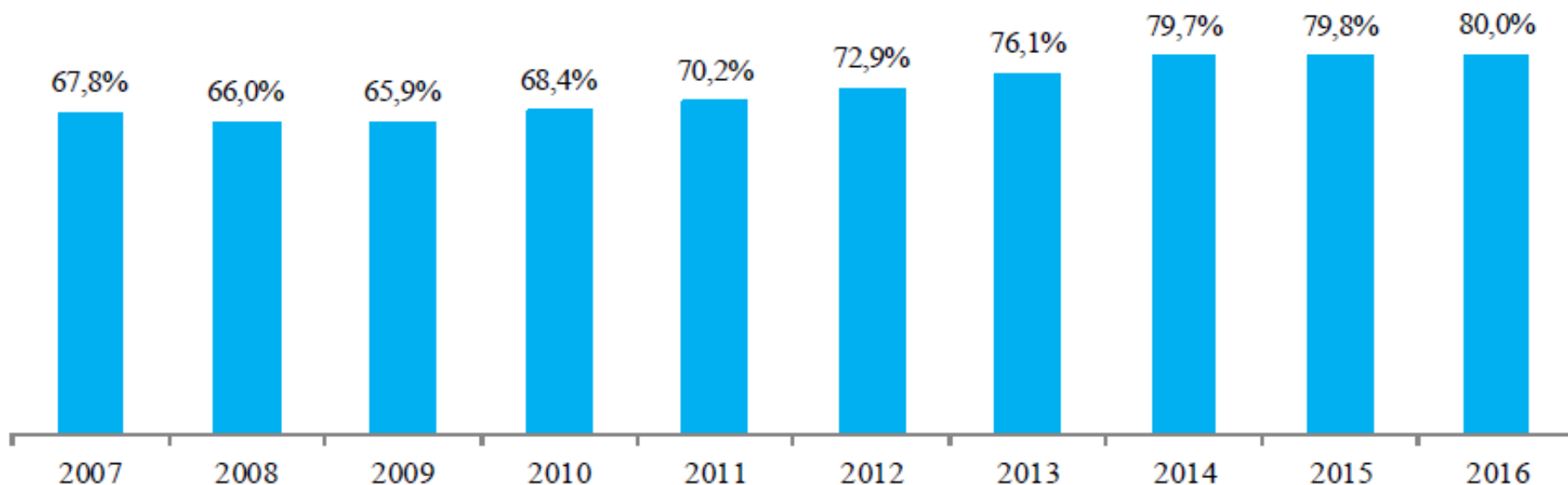
Quadro 4 – Principais Aeroportos em Relação ao Quantitativo de Conexão de Passageiros - 2005

MERCADO DOMÉSTICO			
Ranking	Aeroportos	Conexão/Em barque (%)	Valor Absoluto de Conexão
1	SBBR	39,30	1.552.903
2	SBSP	24,38	1.907.316
3	SBRF	21,50	332.437
4	SBGR	16,99	573.934
5	SBSV	15,98	317.873
6	SBGL	13,32	413.504
7	SBCT	11,50	184.833
MERCADO INTERNACIONAL			
Ranking	Aeroportos	Conexão/Em barque (%)	Valor Absoluto de Conexão
1	SBGR	20,68	784.295
2	SBGL	3,07	35.794



Planejamento – evolução do aproveitamento

Figura 5.6: Evolução do aproveitamento em termos de RPK/ASK – mercado doméstico, 2007 a 2016



base atual (doméstico) → aproveitamento = **80%**



PLANEJAMENTO AEROPORTUÁRIO

- **Projeção de tamanho médio de avião (TMAv)**
 - histórico
 - perspectivas das empresas operadoras
 - perspectivas dos fabricantes de aviões
 - evolução natural (crescimento vegetativo)
 - mudanças de tecnologia (qualitativas)
 - Delphi
- **Fator assento & aproveitamento**

aproveitamento	passageiros em um vôo/assentos no vôo
fator assento	passageiros embarcando-desembarcando em um local/assentos
diferença entre ambos	
análise de históricos e tendências → projeções	

 - Delphi



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Aeroportos e Transporte Aéreo

Planejamento – demanda

ano	Pe+d	AGR	movs	AGR	pz/mv
1994	3.425.475		131.285		
1995	4.596.398	34%	154.697	18%	30
1996	5.223.228	14%	167.717	8%	31
1997	5.784.340	11%	176.521	5%	33
1998	7.334.709	27%	203.271	15%	36
1999	8.747.821	19%	219.627	8%	40
2000	10.560.711	21%	227.841	4%	46
2001	11.960.019	13%	261.827	15%	46
2002	12.446.415	4%	266.231	2%	47
2003	12.069.575	-3%	220.887	-17%	55
2004	13.611.217	13%	217.782	-1%	62
2005	17.147.628	26%	228.110	5%	75
2006	18.459.191	8%	230.995	1%	80
2007	15.265.433	-17%	205.564	-11%	74
2008	13.672.301	-10%	186.694	-9%	73
2009	13.699.657	0%	193.308	4%	71
2010	15.481.370	13%	204.961	6%	76

histórico e projeção

2011	17.029.507	10%	215.209	5%	79
2012	18.391.868	8%	225.970	5%	81
2013	19.495.380	6%	235.008	4%	83
2014	20.470.149	5%	244.409	4%	84
2015	21.288.955	4%	254.185	4%	84
2016	22.140.513	4%	261.811	3%	85
2017	23.026.133	4%	269.665	3%	85
2018	23.947.179	4%	277.755	3%	86
2019	24.905.066	4%	286.087	3%	87
2020	25.901.268	4%	294.670	3%	88
2020					
2021	26.678.306	3%	300.563	2%	89
2022	27.478.656	3%	306.575	2%	90
2023	28.303.015	3%	312.706	2%	91
2024	29.152.106	3%	318.960	2%	91
2025	30.026.669	3%	325.340	2%	92
2026	30.927.469	3%	331.846	2%	93
2027	31.855.293	3%	338.483	2%	94
2028	32.810.952	3%	345.253	2%	95
2029	33.795.280	3%	352.158	2%	96
2030	34.809.139	3%	359.201	2%	97

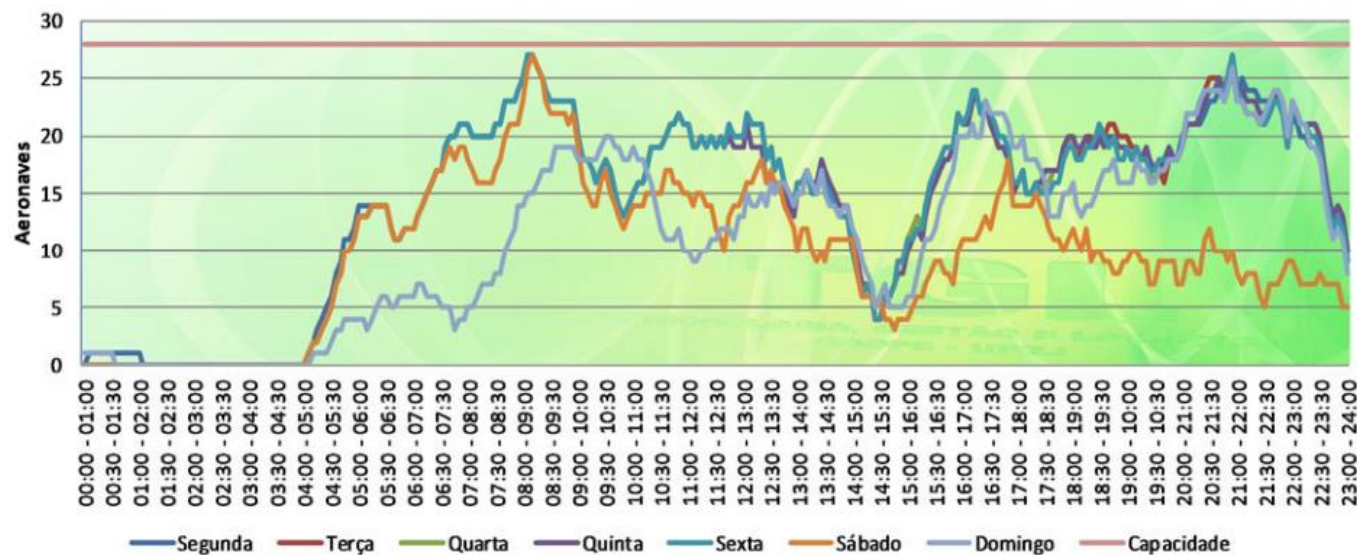
pax & mov



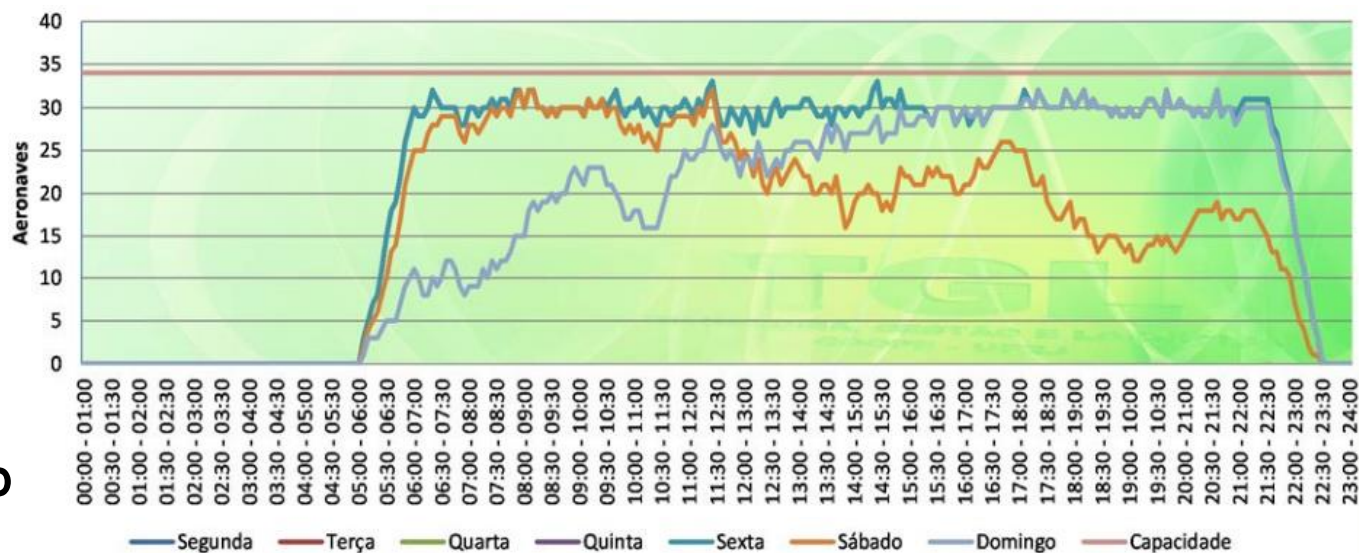
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Aeroportos e Transporte Aéreo

Viracopos – VCP



Congonhas – CGH



maior demanda
→ menor concentração



**maior demanda → menor concentração
ocupação de espaços disponíveis**

Table 1: Typical Peak Hour Passengers

Total Annual Passengers	TPHP as a percentage of Annual Flows
30 million and over	0.035
20,000,000 - 29,999,999	0.040
10,000,000 - 19,999,999	0.045
1,000,000 - 9,999,999	0.050
500,000 - 999,999	0.080
100,000 - 499,999	0.130
Under 100,000	0.200

Fonte: “The derivation and analysis of passenger peak hour”, P T Wang e D E Pittfield



PLANEJAMENTO AEROPORTUÁRIO

- **Projeção do fator-pico de movimentos (movimentos hora-pico/dia médio ano)**
 - histórico
 - assentos oferecidos na hora-pico
 - movimentos na hora-pico
 - perspectivas das empresas operadoras (horários de voos)
 - tendências, competição, entrada de novos operadores
 - Delphi
- **Projeção de tamanho médio de avião na hora-pico**
 - histórico → relação entre TMAv ano e TMAv hpico
 - Delphi
- **Projeção do aproveitamento na hora-pico**
 - aproveitamento médio anual (base)
 - tendência de maiores valores na hora-pico
 - Delphi



PLANEJAMENTO AEROPORTUÁRIO

Aeroporto de Vitória – VIX – SBVT





PLANEJAMENTO AEROPORTUÁRIO

Aeroporto de Vitória – VIX – SBVT

Projeções de demanda pax – tipos alternativos

método Delphi (discussão entre especialistas)

RESUMO GERAL DAS ESTIMATIVAS DA DEMANDA DE PASSAGEIROS (Em 1.000 Passageiros/Ano)					
Projeções	Anos				
	1975	1980	1985	1990	1995
Extrapolação por tendência	136	211	326	504	779
Participação	140	251	348	542	844
Curva Logística (Belo Horizonte) (*)	131	249	387	598	924
Curva Logística (Brasília) (*)	132	266	458	708	1.094
Correlação Múltipla	147	324	469	680	986
Média das projeções	137	260	398	606	925
Coeficiente de Variação	0,05	0,16	0,16	0,14	0,13



PLANEJAMENTO AEROPORTUÁRIO

Aeroporto de Vitória – VIX – SBVT

Histórico de aproveitamento e de fator-assento

Ano	Passageiros Embarcados + Desembarcados (1)	Passageiros Trânsito (2)	Assentos Oferecidos (3)	Fator Assento $(1) \div (3)$	Aproveitamento $\frac{(1)+2 \cdot (2)}{(3)}$
1970	46.946	27.536	180.228	0,260	0,566
1971	57.909	17.142	179.644	0,322	0,513
1972	76.595	15.762	189.767	0,404	0,570
1973	107.762	14.106	235.604	0,457	0,577
1974	118.342	10.420	271.961	0,435	0,512
1975*	41.710	3.585	94.066	0,443	0,520

(*) Período janeiro a abril.



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Aeroportos e Transporte Aéreo

PLANEJAMENTO AEROPORTUÁRIO

Aeroporto de Vitória – VIX – SBVT

Projeção de demanda pax/ano → movimentos/ano

pax anuais (demanda) / **aproveitamento %** (ou fator assento) = **assentos anuais** (oferta)

assentos anuais / **TMA** (assentos/movimento) = **movimentos anuais**

Ano	Passageiros Embarcados + Desembarcados	Fator Assento	Assentos Oferecidos	Tamanho Médio da Aeronave Anual	Movimentos Anuais
1975	139.199	0,45	309.331	89	3.476
1980	307.804	0,45	684.009	103	6.641
1985	446.019	0,45	991.153	120	8.260
1990	646.297	0,45	1.436.216	140	10.259
1995	936.506	0,45	2.081.124	167	12.462



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Aeroportos e Transporte Aéreo

PLANEJAMENTO AEROPORTUÁRIO

Aeroporto de Vitória – VIX – SBVT

Histórico de TMAv – tamanho médio
de aeronave (assentos/mov)

Aeronave	Nº de Assentos	1970 (%)	1971 (%)	1972 (%)	1973 (%)	1974 (%)	1975 (%)
EMB-110	16					7	10
HS-748	40	17	17	25	25	25	8
Dart Herald	46	61	60	53	37	18	
Y5-11	60	22	13	19	17	8	
VISC 700	71		10		3		
BAC 1-11	94			3	18	30	37
B-737 (VP)	106					12	25
B-737 (RG)	110						20
TMA Anual		48,1	49,3	48,6	56,3	65,1	88,1



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Aeroportos e Transporte Aéreo

PLANEJAMENTO AEROPORTUÁRIO

Aeroporto de Vitória – VIX – SBVT

Projeção de TMAv – tamanho médio
de aeronave (assentos/mov)

Aeronave	Nº de Assentos	1974 Ano Base	1975	1980	1985	1990	1995
EMB-110	16	7	10				
EMB-120	20			10	10	5	
EMB-500	35				5	10	10
HS-748	40	25	8				
D. Herald	46	18					
YS-11	60	8					
BAC 1-11	94	30	37	15			
B-737-200	110	12	45	50	45	35	30
B-727-100	120			20	15	5	
B-727-200 (707)	155			5	15	15	
A-300B (DC-10-10)	250				10	15	20
B-7X7 (DCX-200)	200					15	40
TMA		65	89	103	120	140	167



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Aeroportos e Transporte Aéreo

PLANEJAMENTO AEROPORTUÁRIO

Aeroporto de Vitória – VIX – SBVT

Histórico de hora-pico – assentos, movimentos e fator-pico

Ano	Hora-Pico de Movimentos		Movimentos Anuais	Fator-Pico (%)	TMA		$\frac{\text{TMA H-Pico}}{\text{TMA Anual}}$
	Assentos Oferecidos	Movimentos			Hora-Pico	Anual	
1970	252	5	3.742	49	50,4	48,1	1,05
1971	212	4	3.648	40	53,0	49,3	1,08
1972	252	5	3.931	46	50,4	48,6	1,04
1973	292	6	4.197	52	48,7	56,3	0,86
1974	432	6	4.206	52	72	65,1	1,11



PLANEJAMENTO AEROPORTUÁRIO

Aeroporto de Vitória – VIX – SBVT

Projeção de hora-pico – assentos, movimentos e fator-pico

Ano	Movimentos Anuais	Hora-Pico de Aviação Comercial Regular						
		Fator Pico (%)	Movimentos	Posições de Estacionamento	TMA	Assentos Oferecidos	Fator Assento	Passageiros Embarcados + Desembarcados
1975	3.476	50	5	3	91	455	50	227
1980	6.641	44	8	5	116	928	50	464
1985	8.260	39	9	6	134	1.206	50	603
1990	10.259	35	10	6	155	1.550	50	775
1995	12.462	31	11	7	180	1.980	50	990



PLANEJAMENTO AEROPORTUÁRIO

- projeção de passageiros (emb + desem) / ano pax/ano
- projeção de tamanho médio de avião – TMAv assentos/voo
- projeção do aproveitamento pax/assentos

pax/ano / aproveitamento

→ assentos oferecidos

assentos oferecidos / TMAv

→ **movimentos / ano**



PLANEJAMENTO AEROPORTUÁRIO

- Relação entre aeronaves estacionadas e movimentos na hora-pico
- Projeção de **movimentos anuais**
- Projeção do fator-pico: relação entre movs no dia médio do ano e na hora-pico

movs no ano / 365 = movs dia médio do ano
na hora-pico → movimentos

- Projeção do TMAv na hora-pico
- Projeção do aproveitamento na hora-pico

→ **passageiros (embarcados + desembarcados) na hora-pico**



Planejamento aeroportuário – cálculos de dimensionamento

- demanda futura (pax/ano) dividida por
- aproveitamento (pax/assentos) $\rightarrow$ assentos/ano dividido por
- tamanho médio do avião (assentos/mov) $\rightarrow$ movimentos/ano

$$\text{fator-pico (\%)} = (\text{mov na hora-pico}) / (\text{mov/ano ou mov/dia médio})$$

- mov/ano ou mov/dia médio x fator-pico $\rightarrow$ **movimentos na hora-pico**
- mov/hpico x **tamanho médio do avião na hora pico *** = assentos/ hora pico
- assentos/hpico x **aproveitamento na hora pico*** = **passageiros na hora pico**

* **tamanho médio de avião e aproveitamento na hora pico maiores que médias anuais**



Localização de sítio aeroportuário

Aspectos Meteorológicos

Obstáculos



Localização de sítio – aspectos relevantes

- topografia e geologia custos de terraplenagem
- uso de solo custos de aquisição/desapropriação e restrições de uso
- distância ao(s) centro(s) gerador(es) e/ou atrator(es) de tráfego
 tempos e custos de acesso/egresso
- existência de utilidades públicas (energia, comunicação, vias e meios de transporte)
 custos de implantação
- obstáculos segurança operacional
- meteorologia (direção-intensidade ventos e visibilidade)
 auxílios-rádio e pistas (orientação e quantidade)
- existência de outro aeroporto próximo interferências operacionais



Meteorologia aeroportuária

Ventos de través – componente ortogonal à pista

- todo avião tem um limite máximo de vento de través para aterrar/decolar
- quanto maior o avião, maior esse limite
 - aeroporto pode estar aberto para um tipo de avião, mas não para outro
- operacionalidade depende da orientação da pista (e do tipo de avião)
 - aviões maiores podem operar com ventos de través mais intensos



Meteorologia aeroportuária

Ventos de través ICAO – Anexo 14 – Capítulo 3 – Características físicas

velocidades de ventos de través

- 0 – 4 kt vento calmo
- 5 – 10 kt
aviões: pistas ≤ 1.200 m
- 11 – 13 kt
aviões: $1.200 \text{ m} < \text{pistas} \leq 1.500 \text{ m}$
- 14 – 20 kt
aviões: pistas ≥ 1.500 m
- 21 – 30 kt
- > 30 kt

3.1.3 Choice of maximum permissible cross-wind components

Recommendation.— *In the application of 3.1.1 it should be assumed that landing or take-off of aeroplanes is, in normal circumstances, precluded when the cross-wind component exceeds:*

- *37 km/h (20 kt) in the case of aeroplanes whose reference field length is 1 500 m or over, except that when poor runway braking action owing to an insufficient longitudinal coefficient of friction is experienced with some frequency, a cross-wind component not exceeding 24 km/h (13 kt) should be assumed;*
- *24 km/h (13 kt) in the case of aeroplanes whose reference field length is 1 200 m or up to but not including 1 500 m; and*
- *19 km/h (10 kt) in the case of aeroplanes whose reference field length is less than 1 200 m.*



Análise de componentes de ventos de través

ICAO – Anexo 14 – Capítulo 3 – Características físicas

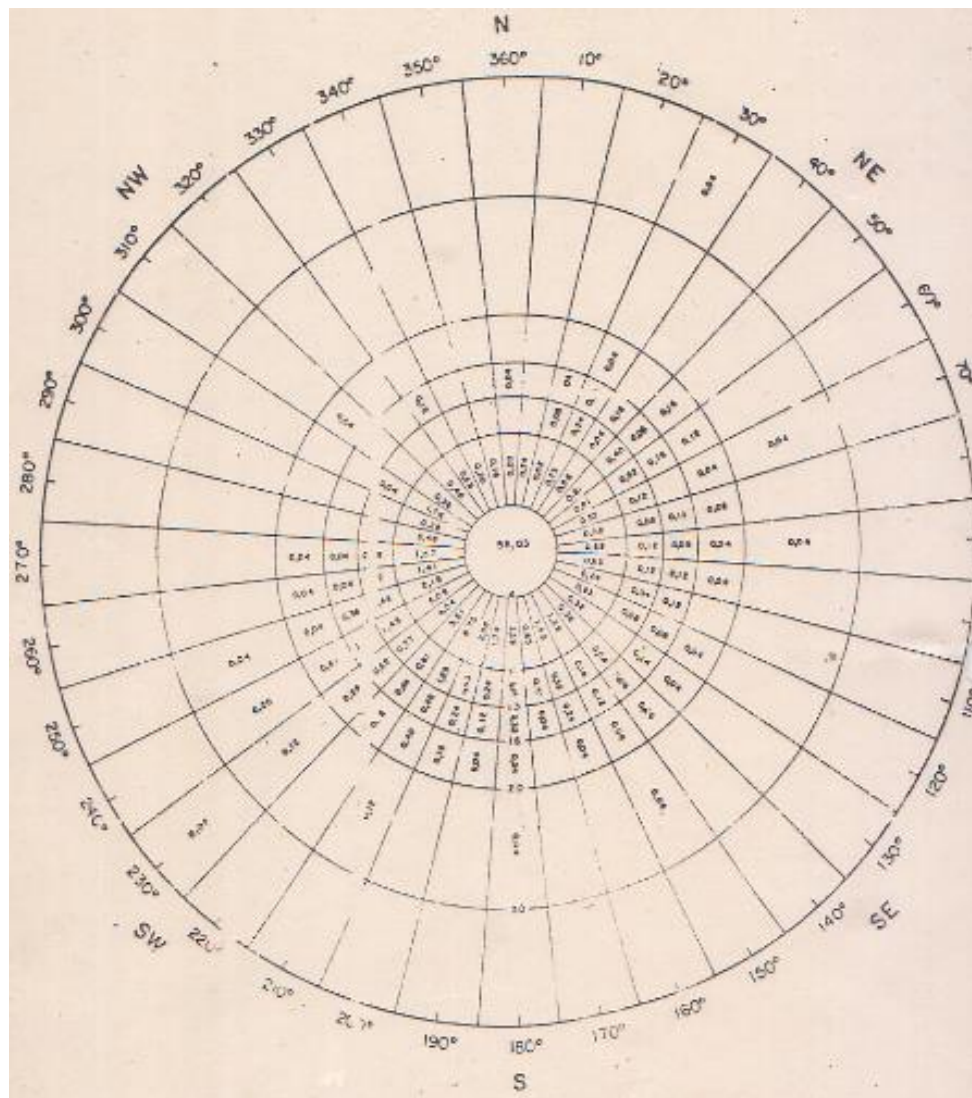
3.1.4 Data to be used

Recommendation.— *The selection of data to be used for the calculation of the usability factor should be based on reliable wind distribution statistics that extend over as long a period as possible, preferably of not less than five years. The observations used should be made at least eight times daily and spaced at equal intervals of time.*

[illegible]

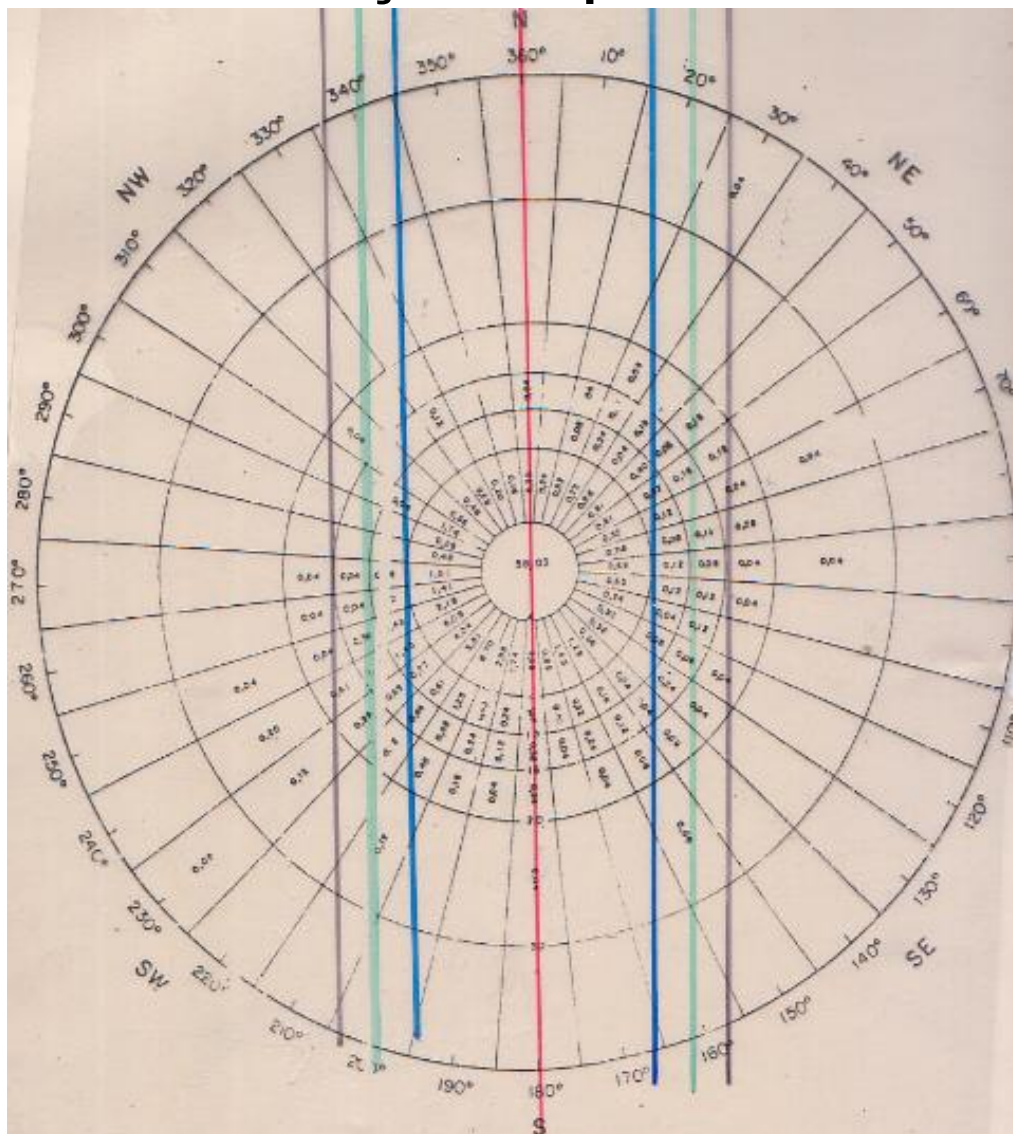


Aeroporto de Vitória – anemograma (coordenadas polares)



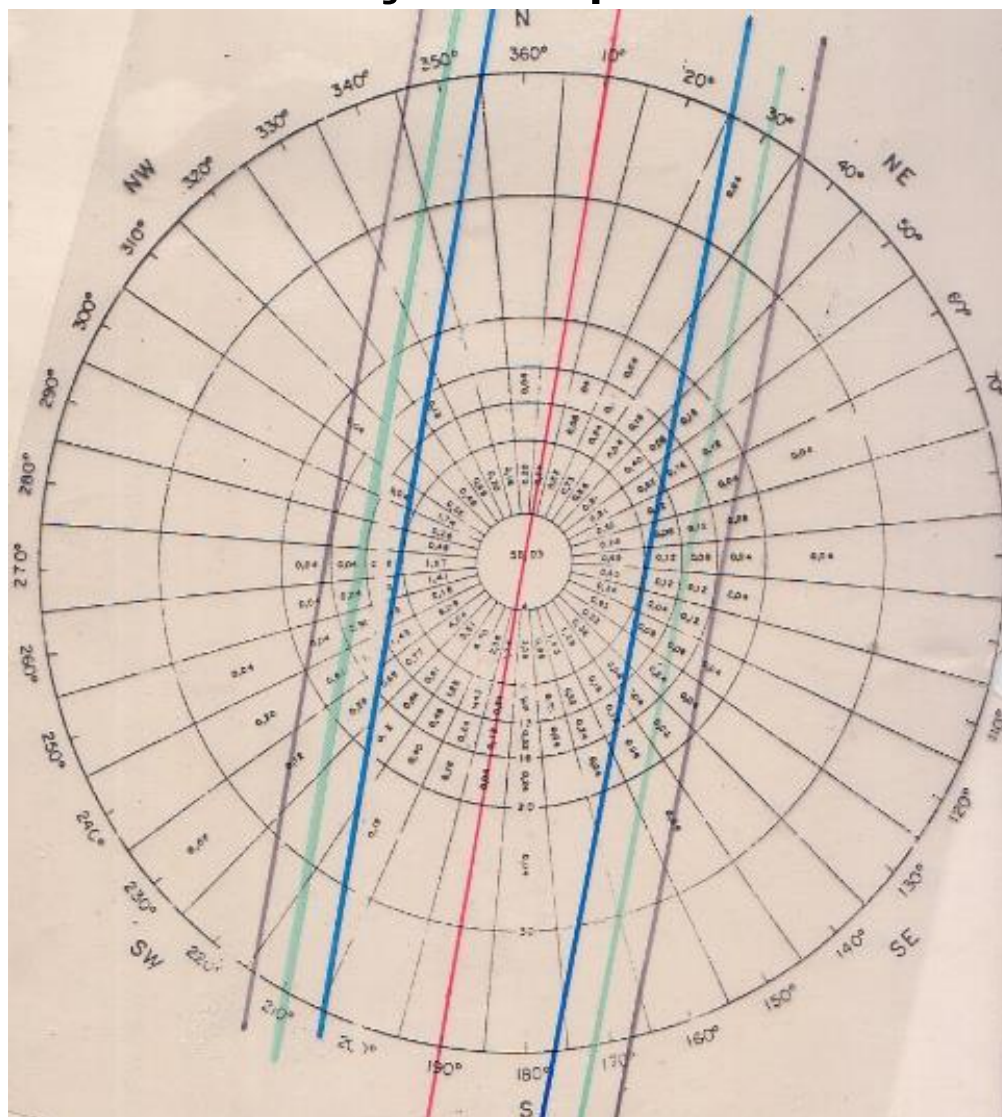


Aeroporto de Vitória – determinação da operacionalidade da pista 18-36





Aeroporto de Vitória – determinação da operacionalidade da pista 01-19





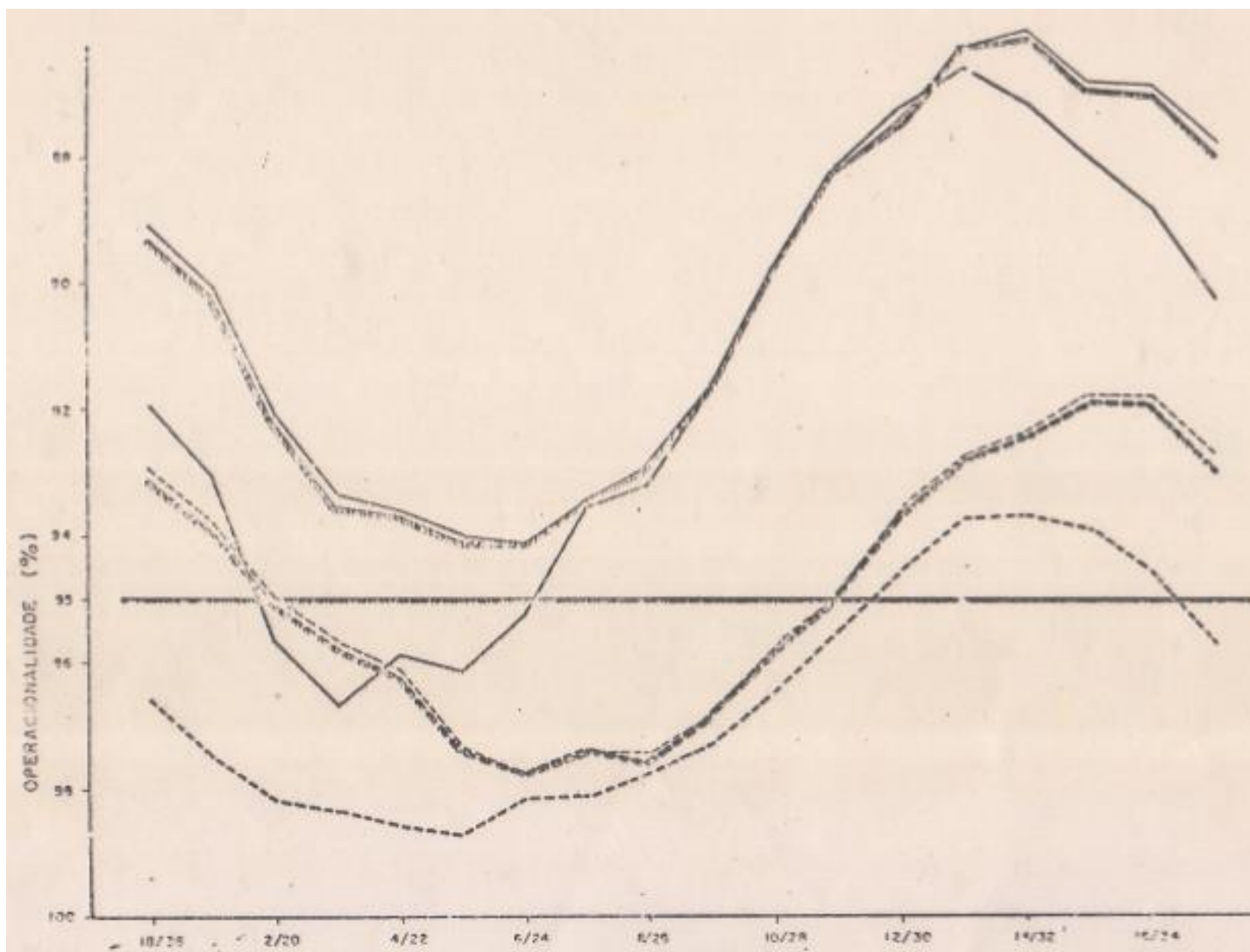
Aeroporto de Vitória – operacionalidade de dez orientações de pista

Orientação das Pistas (Verdadeira)	VFR + IFR %
20°/200°	92,28
30°/210°	93,55
40°/220°	93,71
50°/230°	94,10
60°/240°	94,13
70°/250°	93,45
80°/260°	92,91
90°/270°	91,65
100°/280°	89,74
110°/290°	88,25



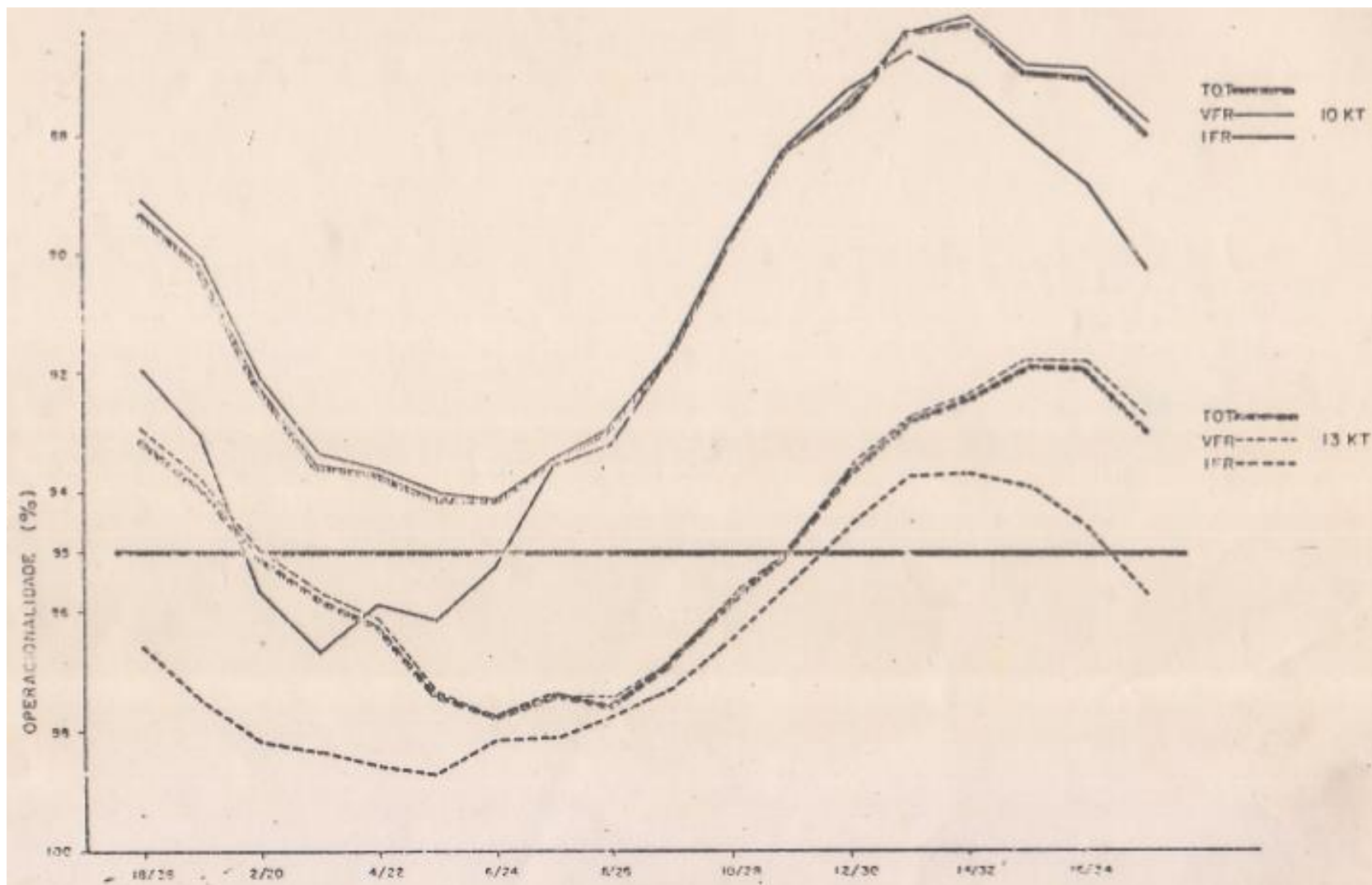
Aeroporto de Vitória – operacionalidade das dezoito orientações de pista

ventos de través
de
10 e 13 kt
?





Aeroporto de Vitória – operacionalidade de pistas com ventos de 10 e 13 kt





Aeroporto de Vitória – operacionalidade com ventos de través de 10 kt

condições

VFR + IFR

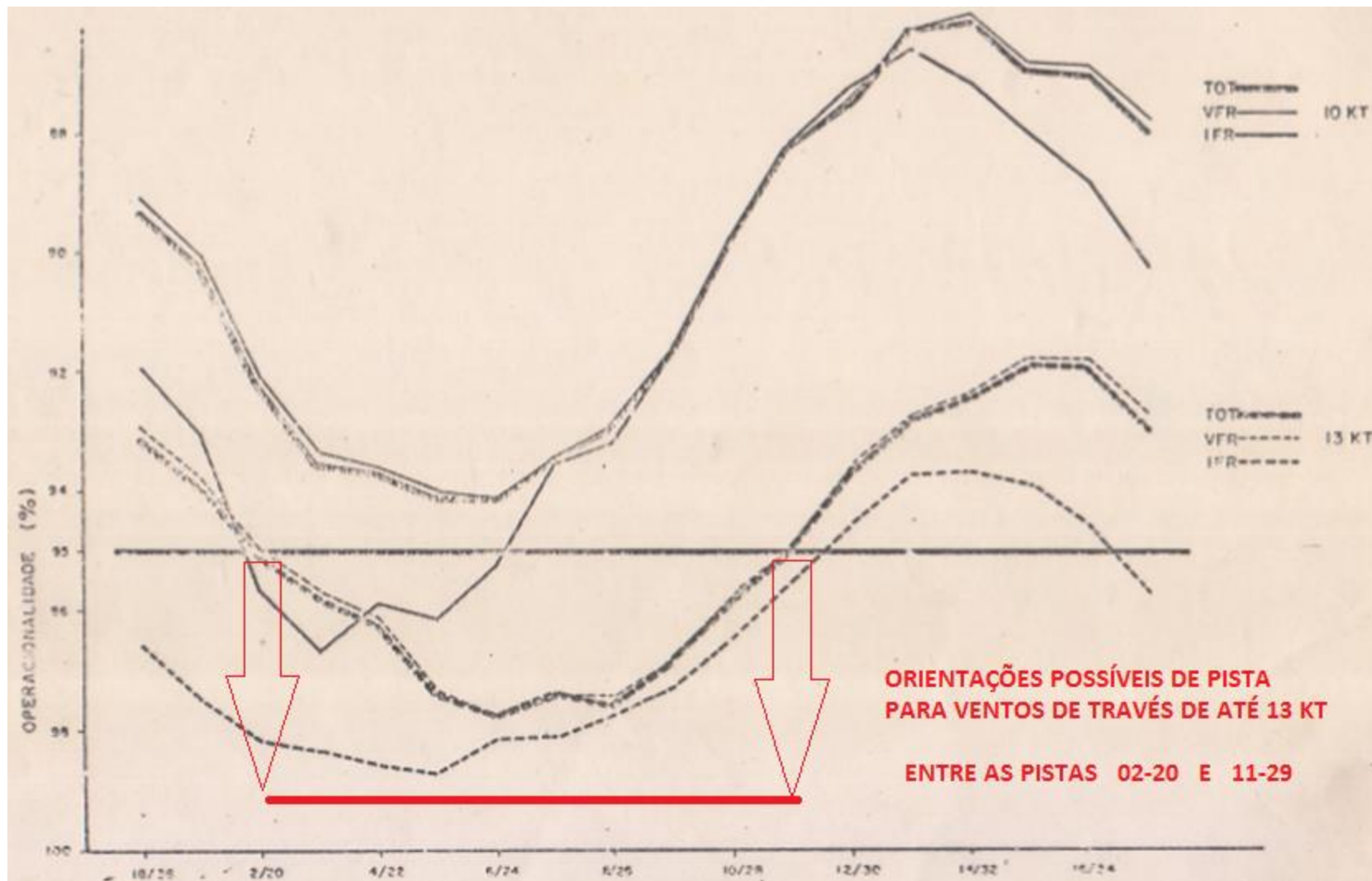
VFR

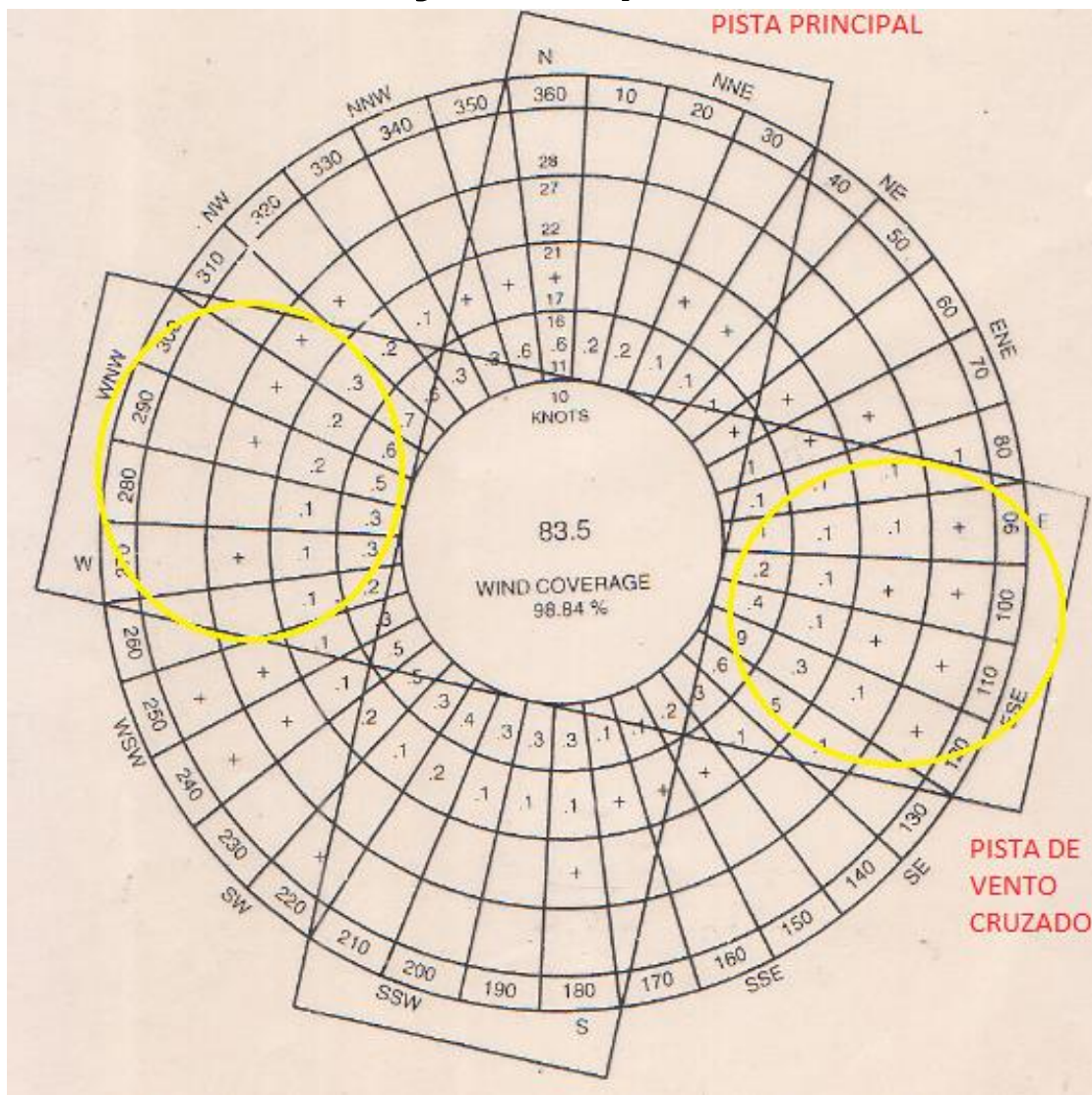
IFR

OPERACIONALIDADE COM VALORES DE VENTO CRUZADO IGUAL OU INFERIOR A 10 NÓS			
Orientação das Pistas (Verdadeira)	VFR + IFR %	VFR %	IFR %
20°/200°	92,28	92,02	95,75
30°/210°	93,55	93,35	96,68
40°/220°	93,71	93,59	95,90
50°/230°	94,10	94,10	96,16
60°/240°	94,13	94,10	95,24
70°/250°	93,45	93,47	93,56
80°/260°	92,91	92,93	93,20
90°/270°	91,65	91,67	91,70
100°/280°	89,74	89,78	89,69
110°/290°	88,25	88,28	88,10



Aeroporto de Vitória – operacionalidade de pistas com ventos de 10 e 13 kt







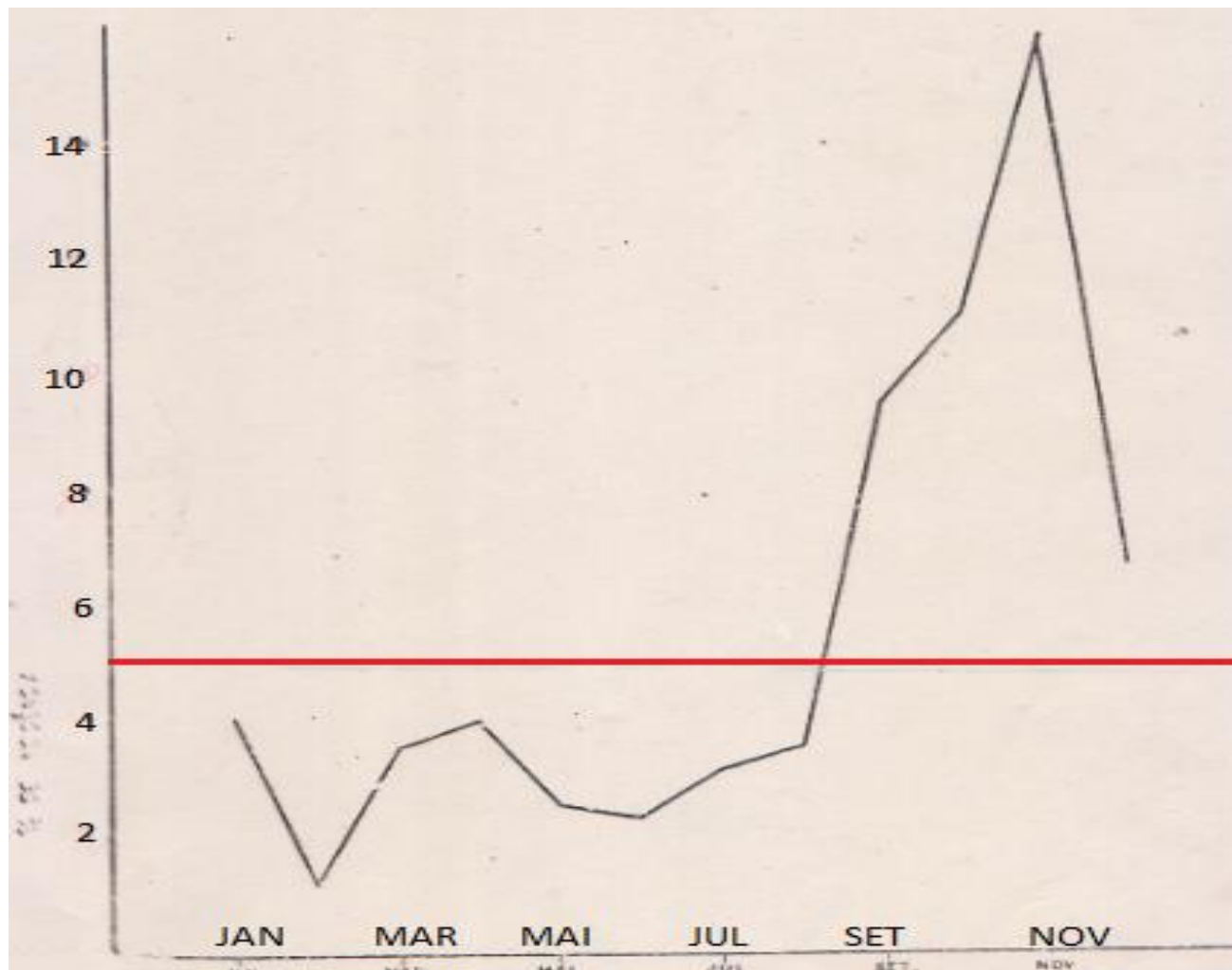
Aeroporto de Vitória – condições VFR e IFR

PORCENTAGEM DE CONDIÇÕES OPERACIONAIS NO
AEROPORTO DE VITÓRIA

Condições	%	Acumulada
VFR	94,34	94,34
IFR Cat. I	5,64	99,98
IFR Cat. II	0,01	99,99
IFR Cat. III	0,01	100

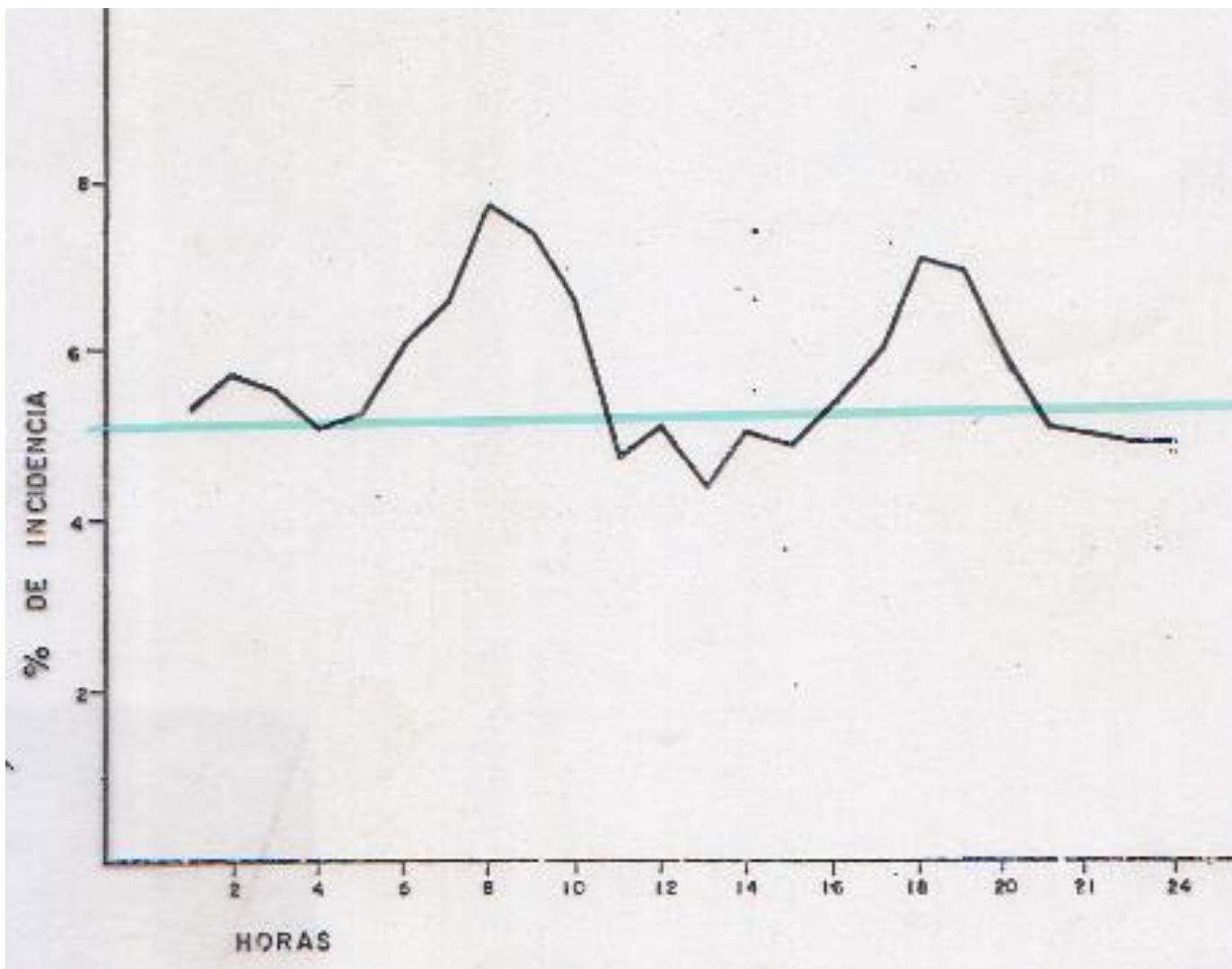


Aeroporto de Vitória – condições VFR ao longo do ano





Aeroporto de Vitória – condições VFR ao longo do dia





Aeroporto de Vitória – condições VFR e IFR

PORCENTAGEM DE CONDIÇÕES OPERACIONAIS NO
AEROPORTO DE VITÓRIA

Condições	%	Acumulada
VFR	94,34	94,34
IFR Cat. I	5,64	99,98
IFR Cat. II	0,01	99,99
IFR Cat. III	0,01	100



Localização de sítio – aspectos relevantes

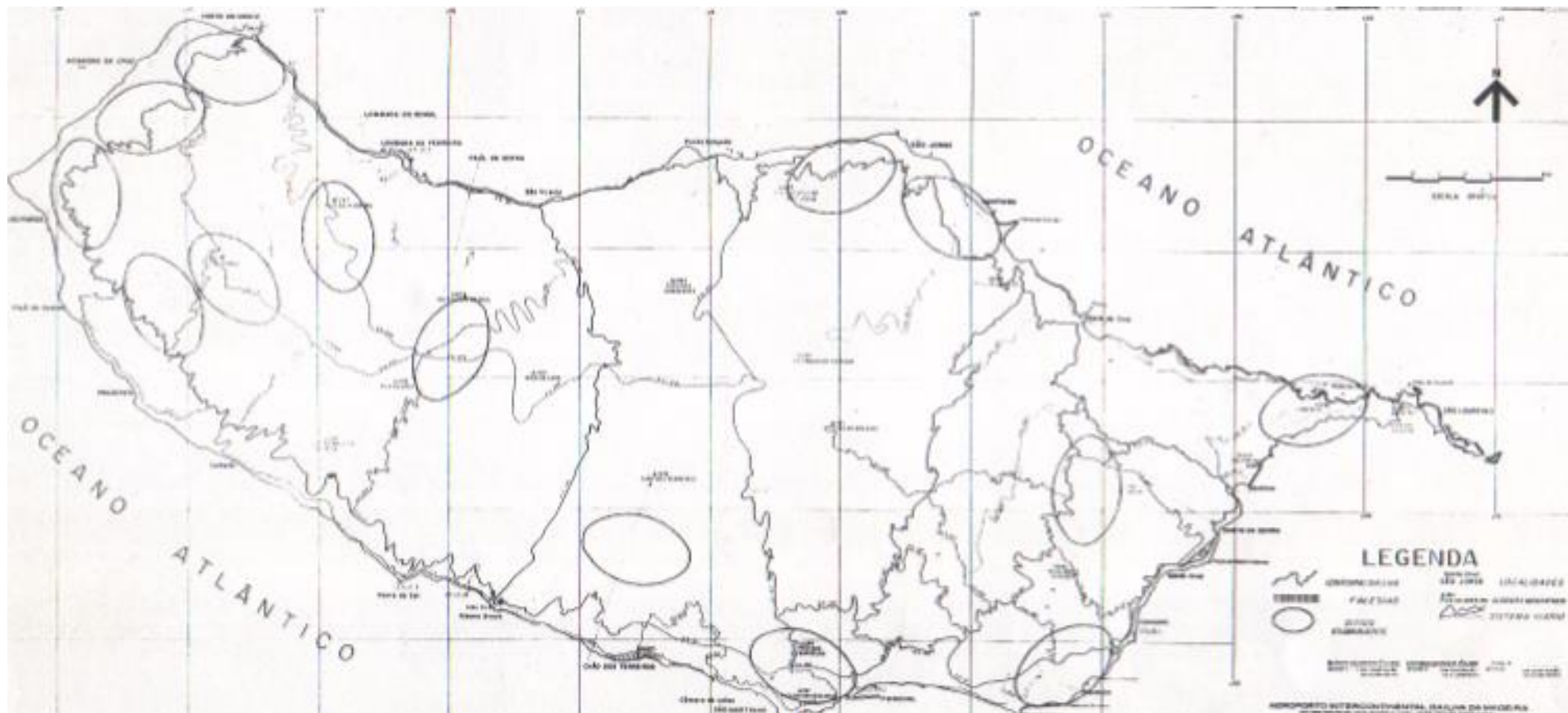
- topografia e geologia custos de terraplenagem
- uso de solo custos de aquisição/desapropriação e restrições de uso
- distância ao(s) centro(s) gerador(es) e/ou atrator(es) de tráfego
 tempos e custos de acesso/egresso
- existência de utilidades públicas (energia, comunicação, vias e meios de transporte)
 custos de implantação
- obstáculos segurança operacional
- meteorologia (direção-intensidade ventos e visibilidade)
 auxílios-rádio e pistas (orientação e quantidade)
- existência de outro aeroporto próximo interferências operacionais



Mapa topográfico de la isla de San Andrés y Providencia, Colombia, a escala de 1:50,000. El mapa muestra el relieve con sombreado, las costas, los ríos y las principales localidades. Se incluyen las etiquetas "OCEANO ATLANTICO" y una leyenda que define los símbolos para el relieve, las costas y las localidades. En la parte inferior derecha, se menciona el "SERVICIO GEOLOGICO NACIONAL".

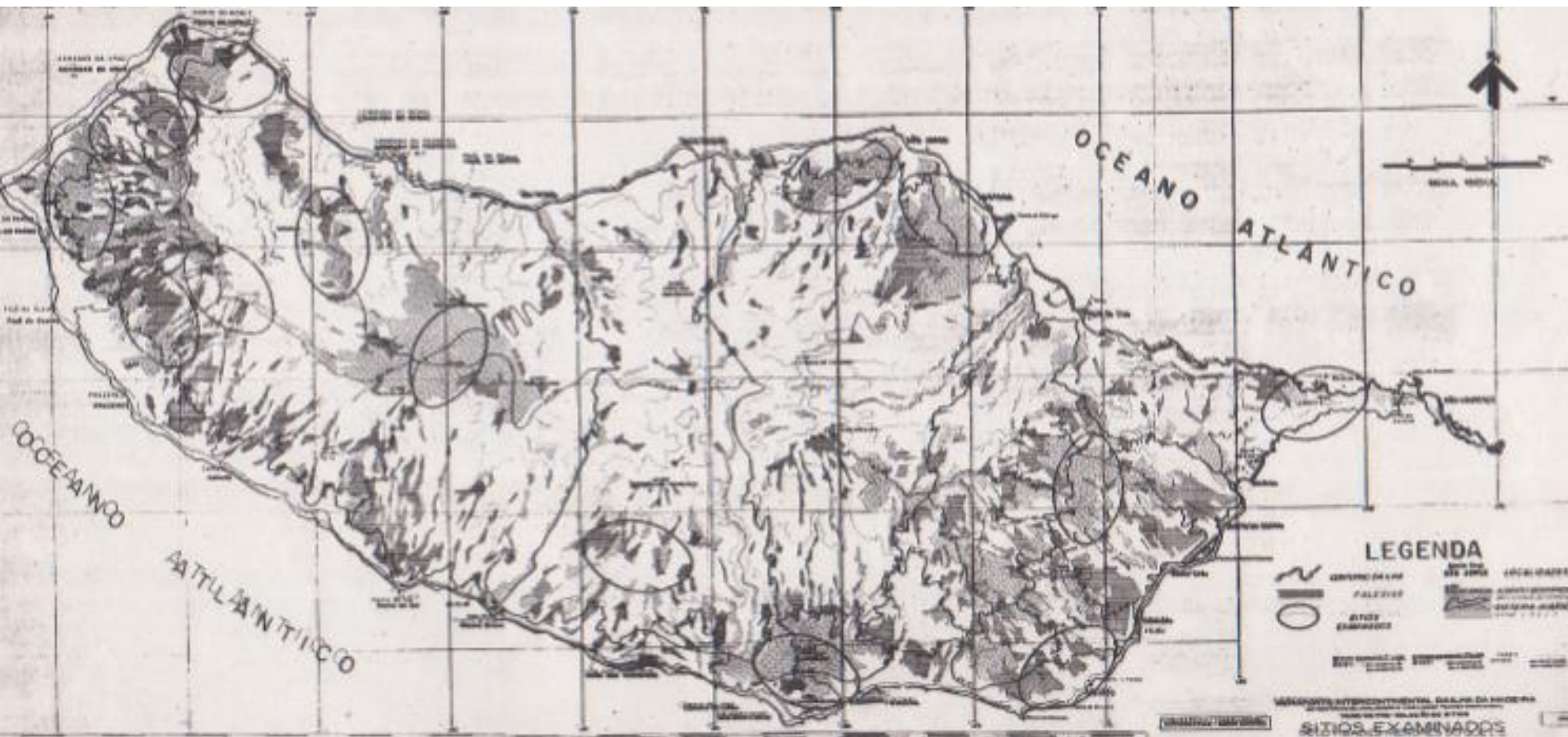


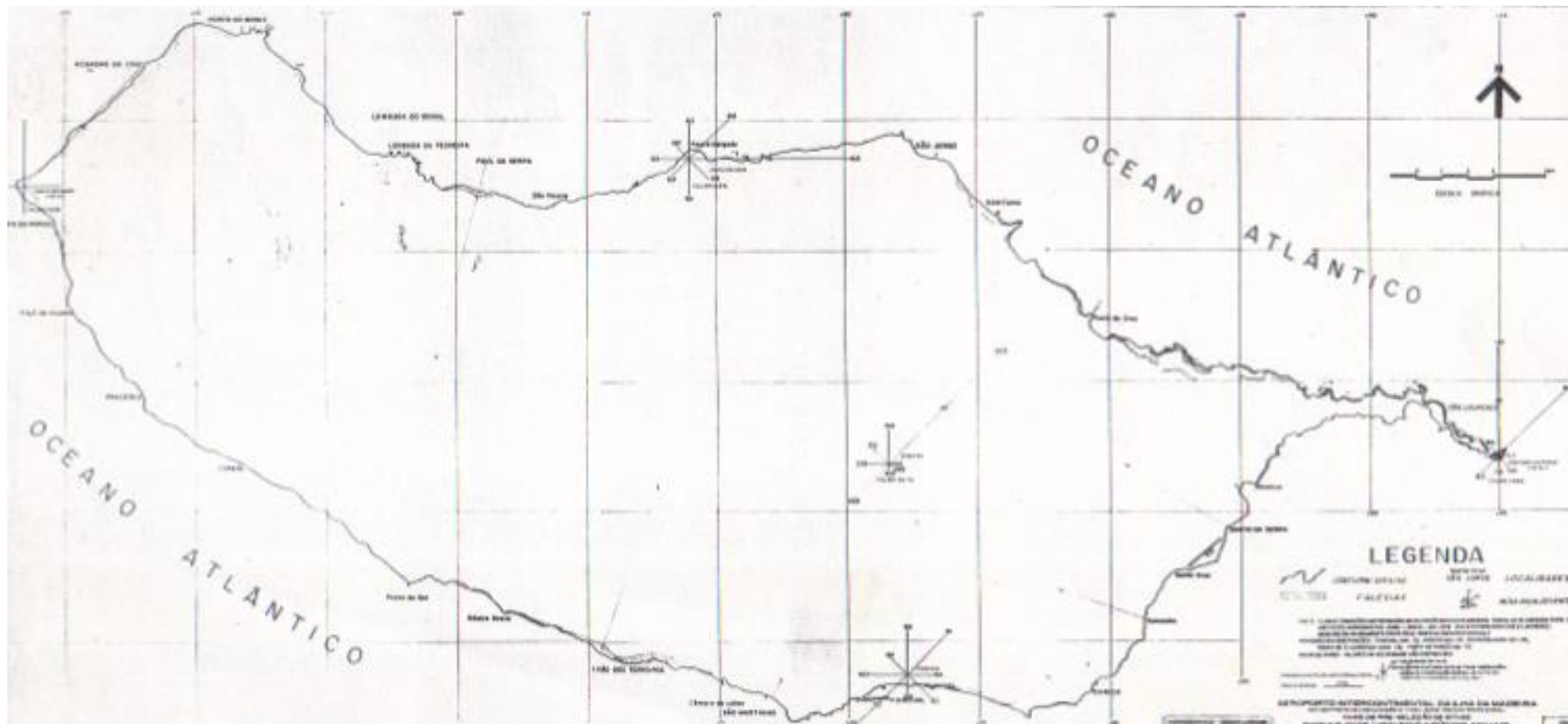
Localizações possíveis de sítios aeroportuários na ilha da Madeira (14)

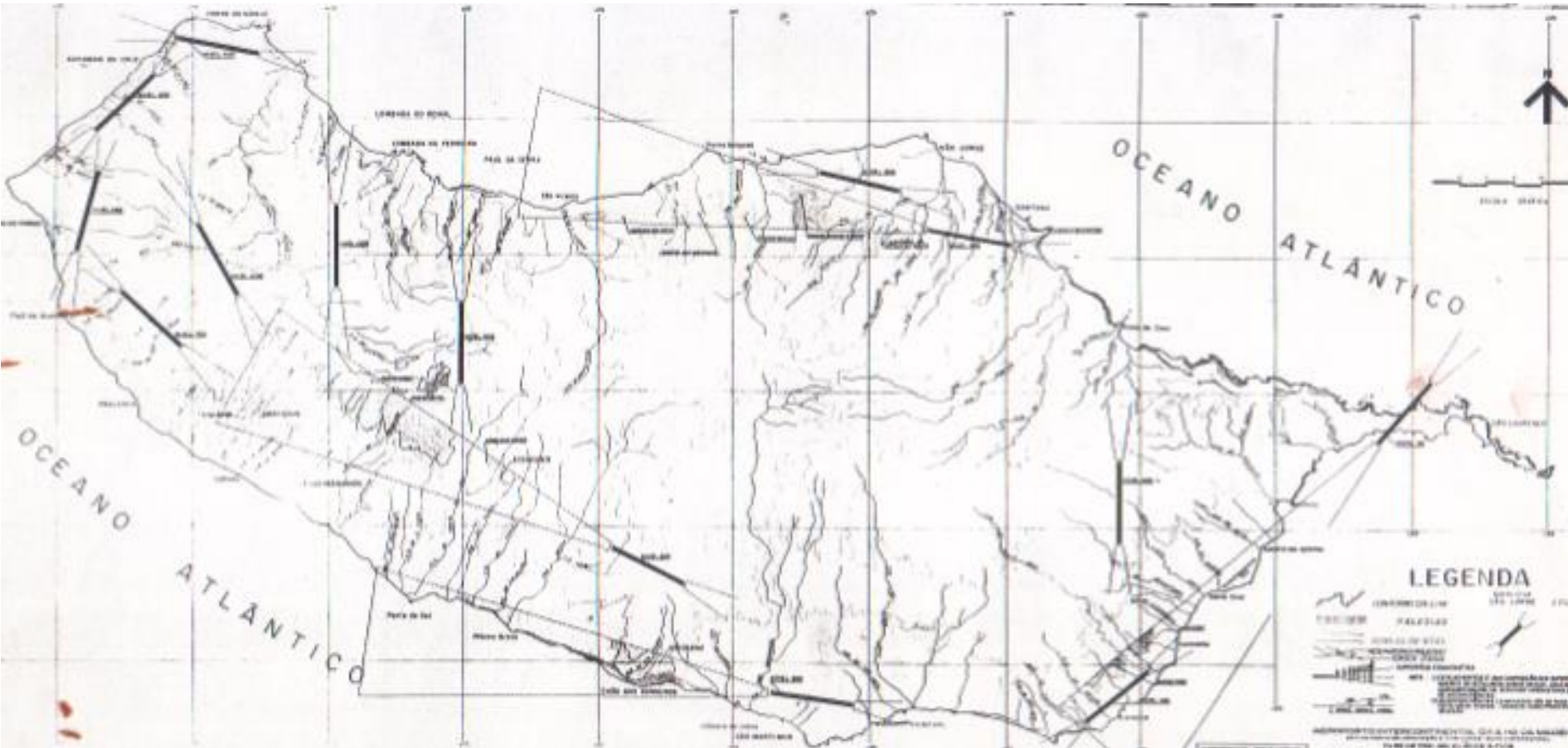




Ilha da Madeira – localizações possíveis de sítio e inclinações do terreno

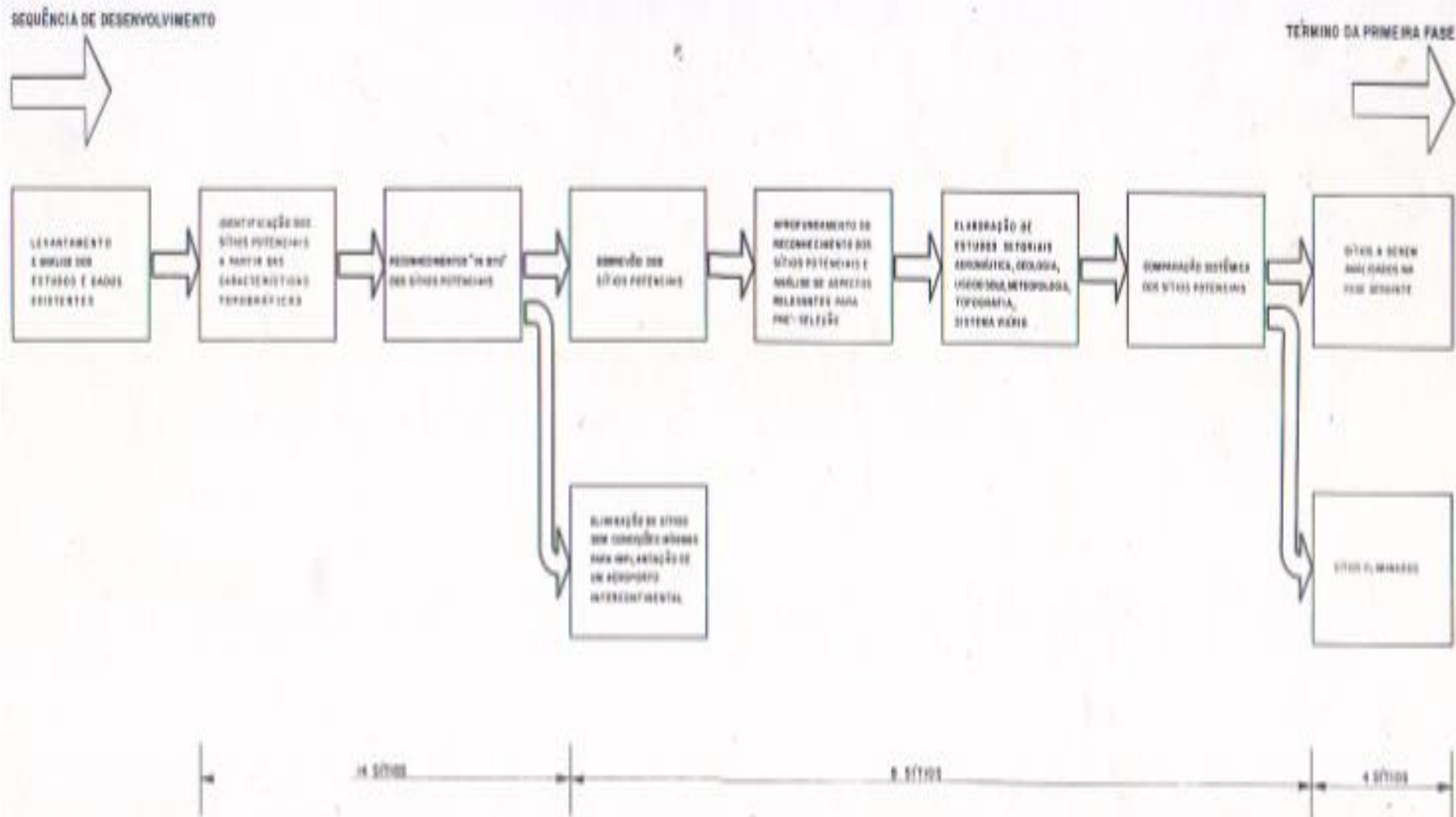








Localização de sítio – sequência de desenvolvimento – aeroporto Funchal





Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Aeroportos e Transporte Aéreo

Localização de sítio – sequência de desenvolvimento – aeroporto Funchal



3.1.4 Data to be used

Recommendation.— *The selection of data to be used for the calculation of the usability factor should be based on reliable wind distribution statistics that extend over as long a period as possible, preferably of not less than five years. The observations used should be made at least eight times daily and spaced at equal intervals of time.*

3.1.1 Recommendation.— *The number and orientation of runways at an aerodrome should be such that the usability factor of the aerodrome is not less than 95 per cent for the aeroplanes that the aerodrome is intended to serve.*

3.1.8 Secondary runway

Recommendation.— *The length of a secondary runway should be determined similarly to primary runways except that it needs only to be adequate for those aeroplanes which require to use that secondary runway in addition to the other runway or runways in order to obtain a usability factor of at least 95 per cent.*

- 37 km/h (20 kt) in the case of aeroplanes whose reference field length is 1 500 m or over, except that when poor runway braking action owing to an insufficient longitudinal coefficient of friction is experienced with some frequency, a cross-wind component not exceeding 24 km/h (13 kt) should be assumed;
- 24 km/h (13 kt) in the case of aeroplanes whose reference field length is 1 200 m or up to but not including 1 500 m; and
- 19 km/h (10 kt) in the case of aeroplanes whose reference field length is less than 1 200 m.

[illegible]



Meteorologia aeroportuária

Operacionalidade

ICAO – Anexo 14 – Capítulo 1 – Características gerais

Usability factor. The percentage of time during which the use of a runway or system of runways is not restricted because of the cross-wind component.

Note.— Cross-wind component means the surface wind component at right angles to the runway centre line.

→ tempo (%) que a(s) pista(s) de um aeroporto não sofrem restrições causada por ventos de través

numerador

tempo em que não há restrições

denominador

tempo máximo de operação

sem considerar fechamento por ruído



Meteorologia aeroportuária

Operacionalidade

ICAO – Anexo 14 – Capítulo 3 – Características físicas

3.1.1 Recommendation.— *The number and orientation of runways at an aerodrome should be such that the usability factor of the aerodrome is not less than 95 per cent for the aeroplanes that the aerodrome is intended to serve.*

ICAO – Anexo 14 – Capítulo 3 – Características físicas

3.1.4 Data to be used

Recommendation.— *The selection of data to be used for the calculation of the usability factor should be based on reliable wind distribution statistics that extend over as long a period as possible, preferably of not less than five years. The observations used should be made at least eight times daily and spaced at equal intervals of time.*



Meteorologia aeroportuária

Pista de vento cruzado – menor do que a principal (Salvador) – **por que?**





Meteorologia aeroportuária

- **Teto e visibilidade**

aeroporto aberto para operações visuais – VFR se:

teto $\geq$ 450 m e visibilidade $\geq$ 5.000 m

**se aeroporto estiver fechado para VFR, ele só opera em IFR
(regras de voo por instrumentos) se:**

tiver “instrumentos” = auxílios-rádio



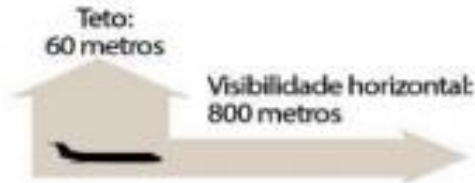
METEOROLOGIA AEROPORTUÁRIA – teto e visibilidade

Os aparelhos

Os aeroportos dispõem de um equipamento chamado ILS (na sigla em inglês, Instrument Landing System, ou Sistema de Pouso por Instrumento), que cria a imagem de uma "rampa virtual" para o piloto no painel de instrumentos do avião. Existem três categorias básicas de ILS: 1, 2 e 3.

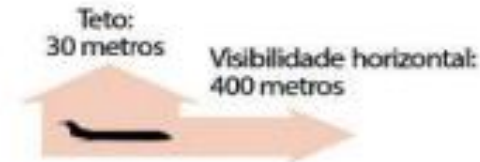
ILS Categoria 1

É o equipamento existente no Salgado Filho, o mais limitado dos três. Exige que haja 60 metros de visibilidade vertical e 800 metros na horizontal.



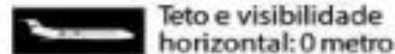
ILS Categoria 2

Permite operações em condições menos favoráveis, com até 30 metros de visibilidade vertical e 400 metros na horizontal. Curitiba, São Paulo e Rio de Janeiro têm ILS 2.



ILS Categoria 3

É o mais avançado. Permite operações sem qualquer visibilidade, seja na vertical ou na horizontal. No aeroporto de Heathrow, em Londres, o piloto consegue pousar sem ver o solo, praticamente.



Fonte: Infraero

*A Infraero não calcula o percentual em relação à manhã. É uma projeção de ZHI com base no horário de maior ocorrência de atrasos e cancelamentos por nevoeiro. A aferição da Infraero é diferente, mede o percentual de fechamento de acordo com o total de horas de operação.

**O termo fechamento é popular. Tecnicamente, significa que o aeroporto opera sem condições de visibilidade e altura (teto das nuvens). Apesar do aviso da torre de controle, a decisão final de pousar ou decolar é do comandante da aeronave.



Superfícies de limitação de obstáculos

obstáculos podem comprometer a segurança de voo

análise de obstáculos

seleção de sítio

→ identificar obstáculos

operação

→ impedir novos obstáculos



Aeroporto de Quito – Equador





Superfícies de limitação de obstáculos

1. Faixa de pista – protege aviões que saiam da pista (dec ou aterragem)
pista + 60 m em cada extremidade – largura 150 m (sem ILS) 300 m (com ILS)
2. Superfície da aproximação – protege aviões em aproximação (aterragem)
acaba na faixa de pista – 15% de abertura – 2% de greide
3. Superfície da decolagem – protege aviões na subida após a decolagem
inicia-se na faixa de pista – 15% de abertura – 2% de greide
4. Superfície lateral/transição – protege aviões que percam proa na decolagem
inicia-se na faixa de pista – 14,3% de greide – acaba na horizontal interna
5. Superfície horizontal interna – protege aviões no circuito de tráfego (VFR)
45 m acima da pista – raio de 4 km (com centro em cada cabeceira)
6. Superfície cônica – protege aviões que chegam/saem do aeroporto
inicia-se na horizontal interna – 75/100 m de altura – 5% de greide



Superfícies de limitação de obstáculos

Superfícies que **não podem ser ultrapassadas** (“furadas”) por nenhum obstáculo:

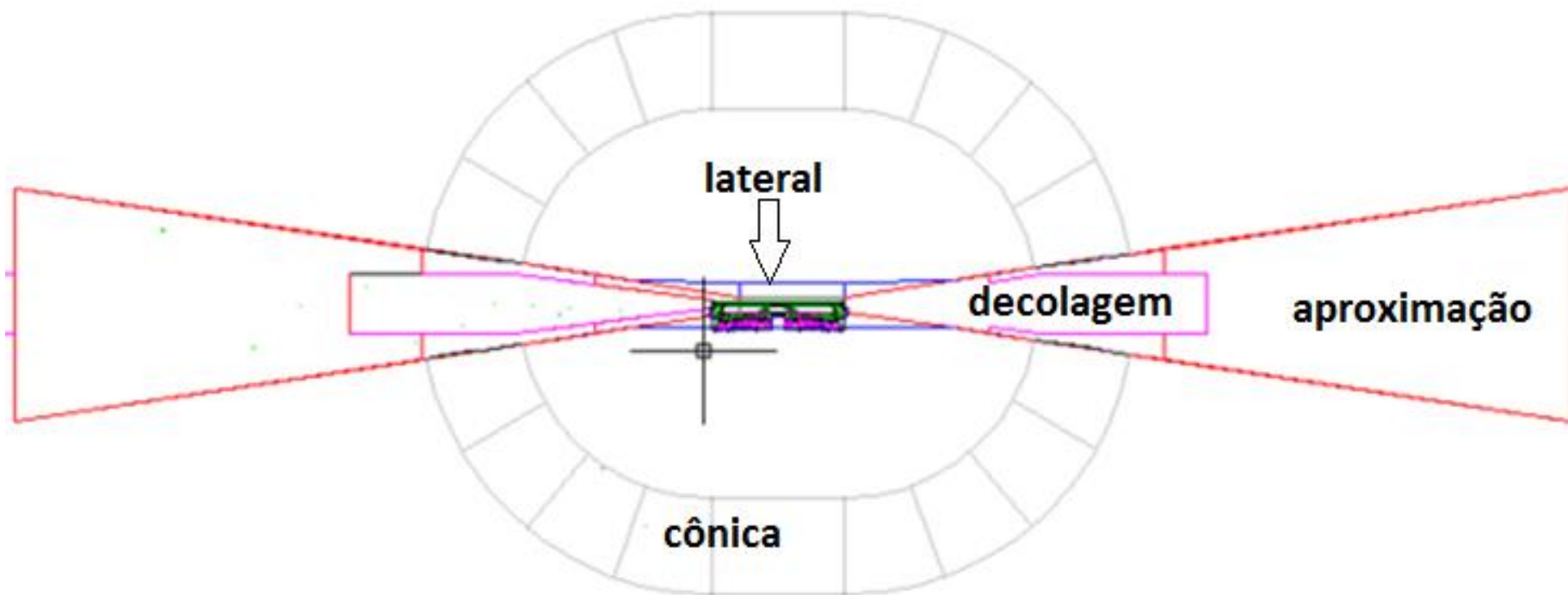
- faixa de pista
- aproximação
- decolagem
- lateral ou de transição

Superfície que **pode ser ultrapassada** (“furada”) de **forma moderada**

- horizontal interna por proteger o circuito de tráfego, que é uma manobras visual
 → se ela for ultrapassada de forma **significativa**, **não poderá haver operações por instrumento (IFR)**



Superfícies de limitação de obstáculos





Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Aeroportos e Transporte Aéreo



Aeroporto Santos Dumont – Rio de Janeiro



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

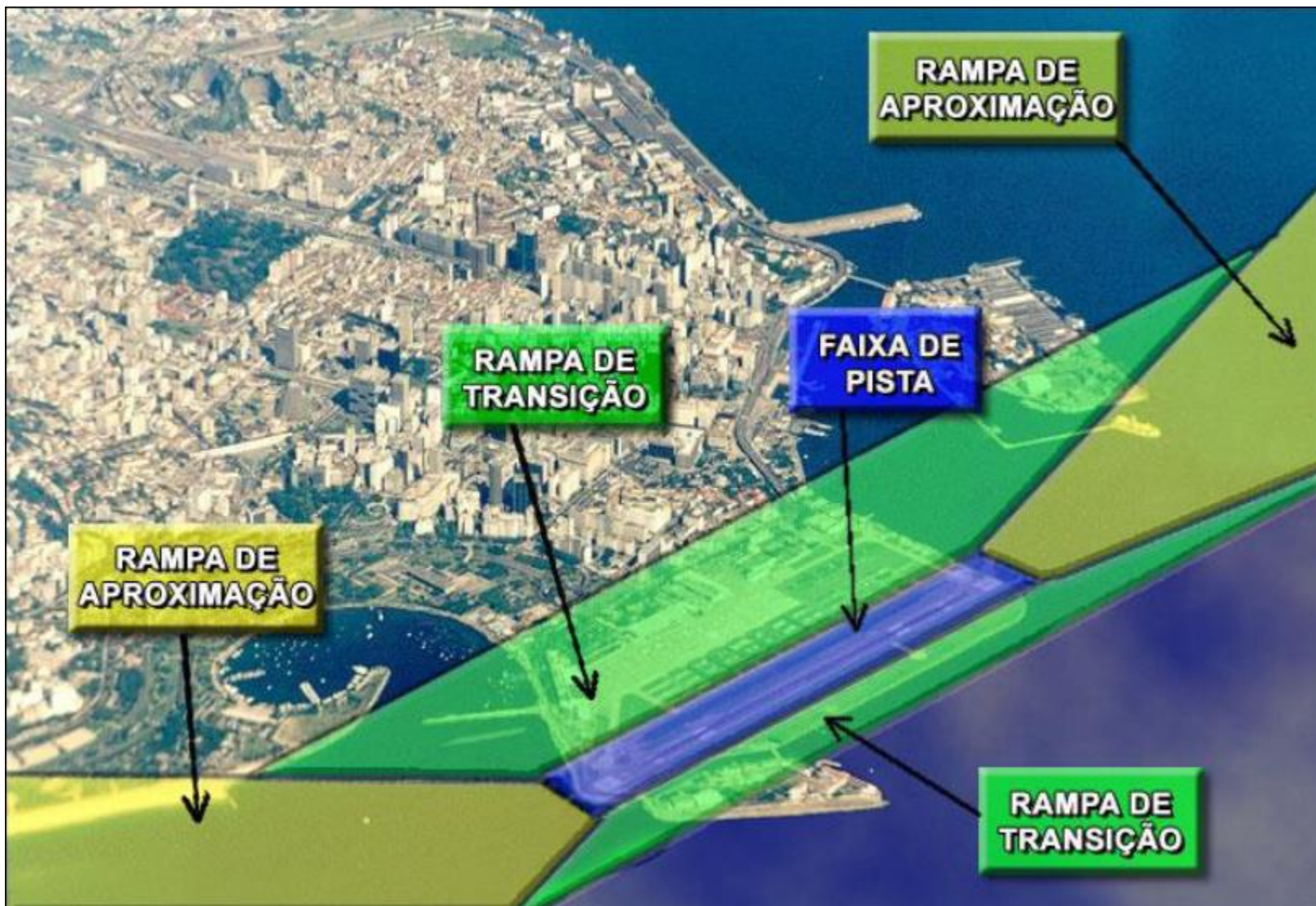
Aeroportos e Transporte Aéreo

Aeroporto do Galeão – GIG Rio de Janeiro





Superfícies de limitação de obstáculos

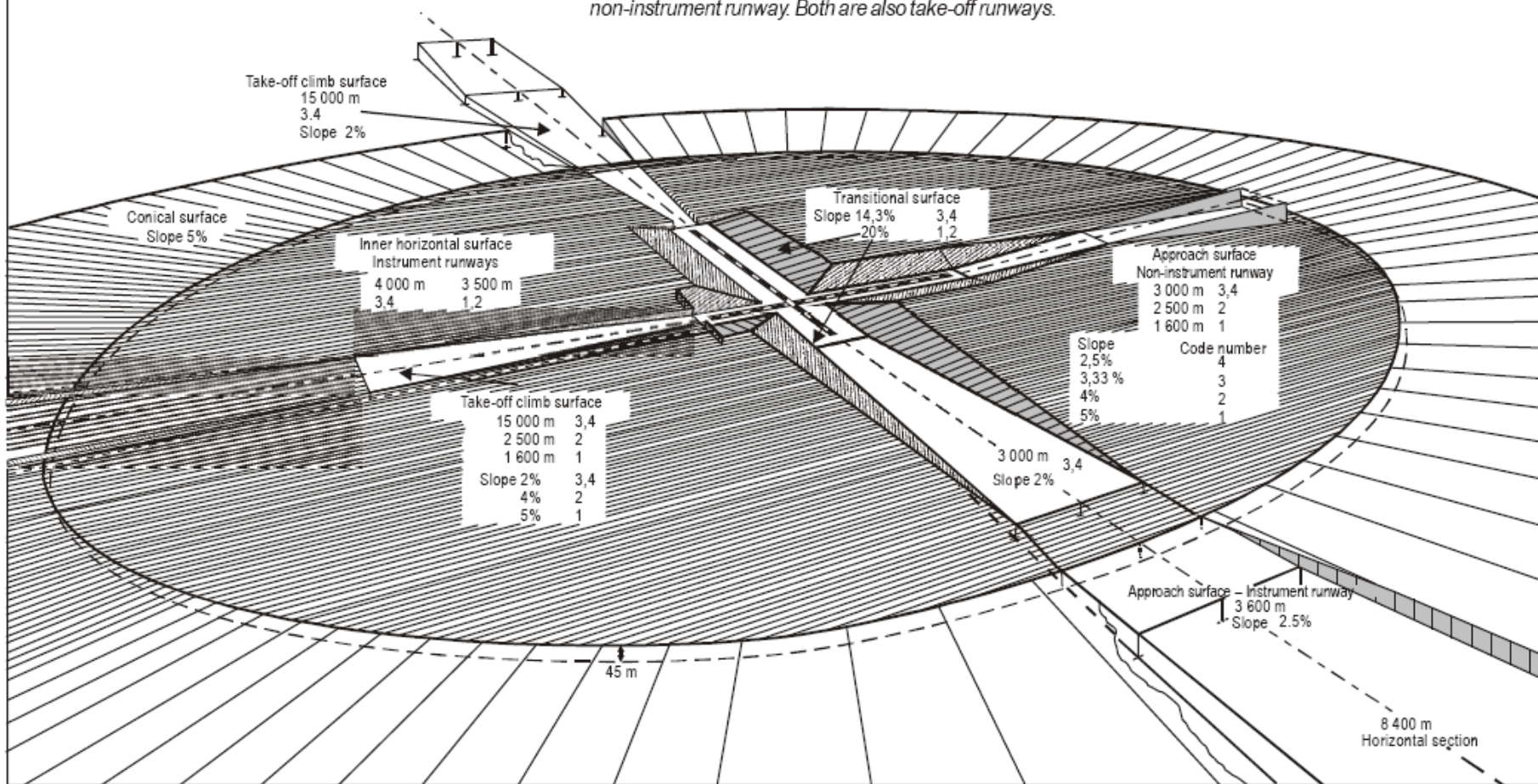




Superfícies de limitação de obstáculos

OBSTACLE LIMITATION SURFACES

Note.— The figure shows the obstacle limitation surfaces at an aerodrome with two runways, an instrument runway and a non-instrument runway. Both are also take-off runways.





Superfícies de limitação de obstáculos

