



**Escola Politécnica da Universidade de São Paulo**  
**Aeroportos e Transporte Aéreo**

---

# **Terminais de Passageiros**



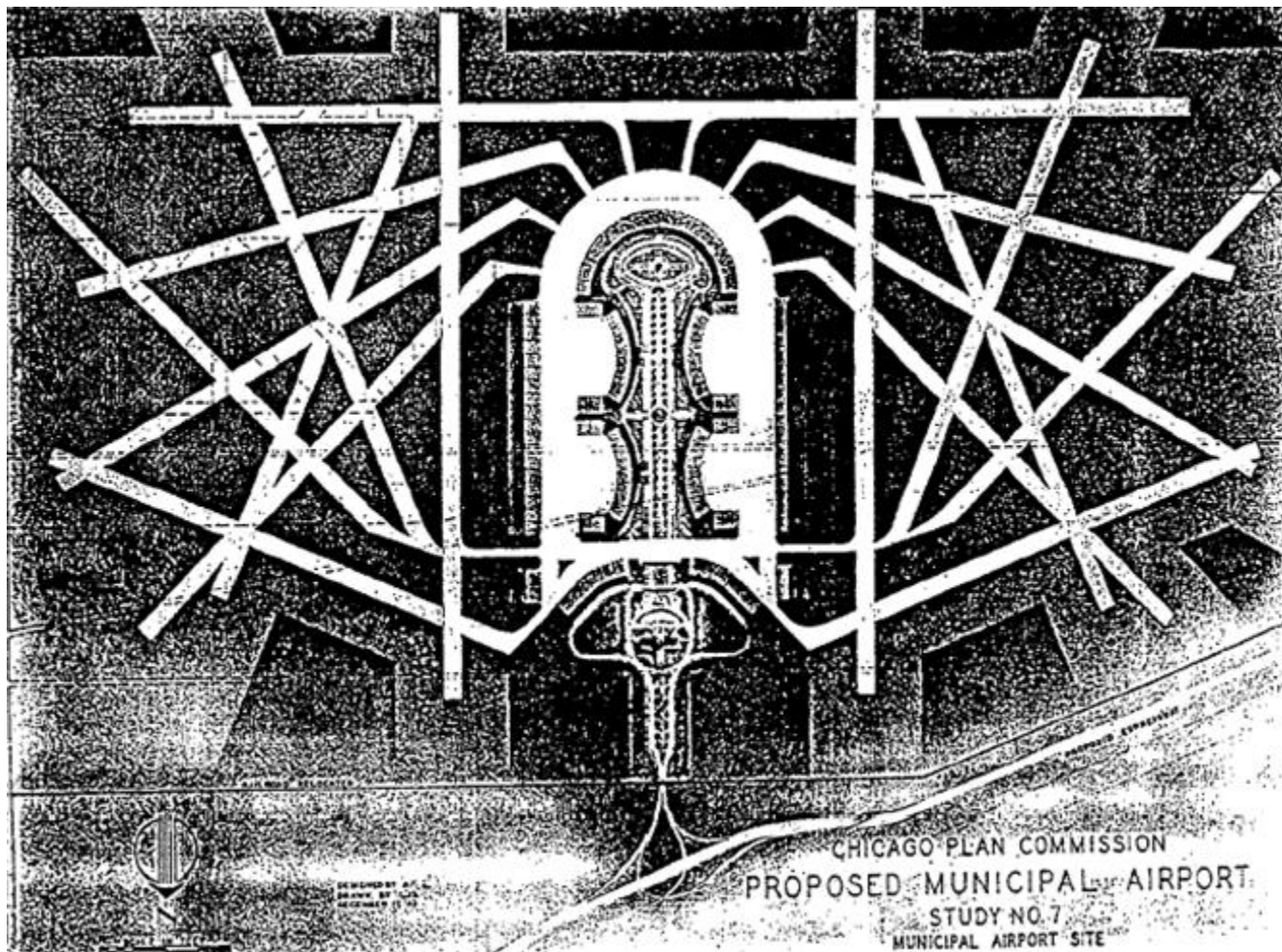
## Determinantes da capacidade aeroportuária

Determinantes	Capacidade da pista	Capacidade do pátio	Capacidade do terminal de passageiros	Capacidade do terminal de cargas
	Desenho geométrico do sistema de pistas	Posições de estacionamento	Saguão de embarque	Volume físico disponível na região de armazenagem real do terminal
	Configurações de operações do sistema de pistas	Tempo de permanência	Check-in e meio-fio	Tempo médio de armazenagem da carga
	Regra de voo utilizada (VFR ou IFR)	Mix de aeronaves (porte das aeronaves)	Controle de segurança	Índice médio de aproveitamento de carga
	Mix de aeronaves em operação no sistema de pistas	Mix de segmentos (voos nacionais ou internacionais)	Controle de passaportes	Proporção da carga recebida que é armazenada
	Proporção de pousos e decolagens no intervalo de tempo apreciado	Restrições operacionais ou de infraestrutura	Sala de embarque	
	Localização e quantidade de saídas de pistas efetivas		Restituição de bagagens	
	Proporção de operações de toque-arremetida no sistema de pistas		Saguão de desembarque	
Operação	Processamento de aeronaves		Processamento de passageiro	Processamento de cargas

Fonte: BNDES e McKinsey&Company.



## Concepção antiga – Chicago





## Aeroporto de Barreiras – BA



Until 1940, Barreiras was an unknown community in the westernmost part of the Brazilian State of Bahia. Then Pan American Airways built an airport there because it was almost exactly halfway on a direct line between Belém and Rio de Janeiro, permitting landplanes such as the DC-2 and the Boeing 307 to cut hundreds of kilometres off the circuitous coastal route.

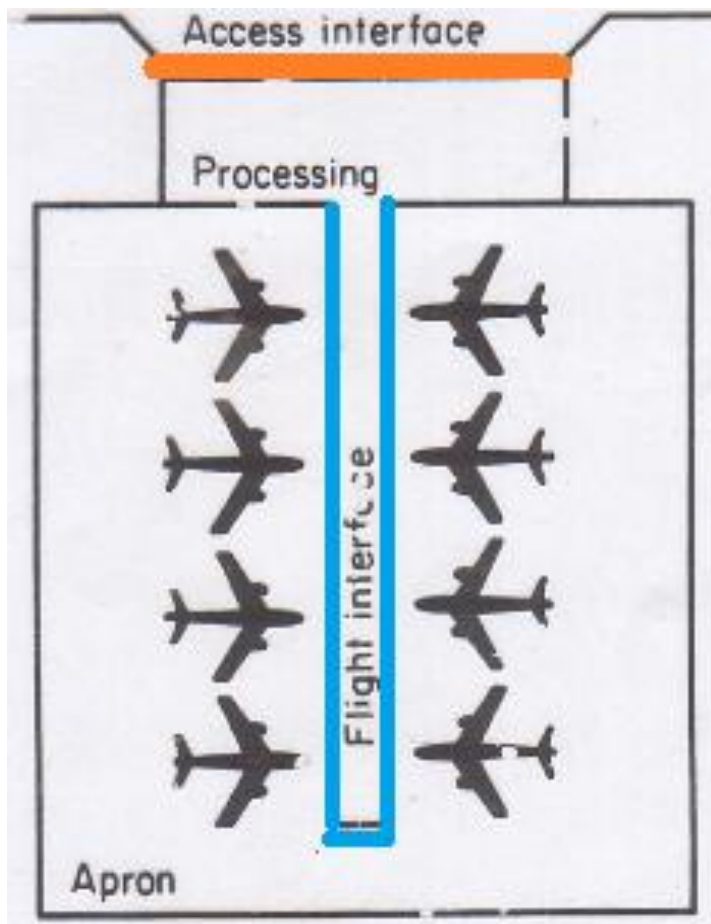


## **Terminais de passageiros – tipos**

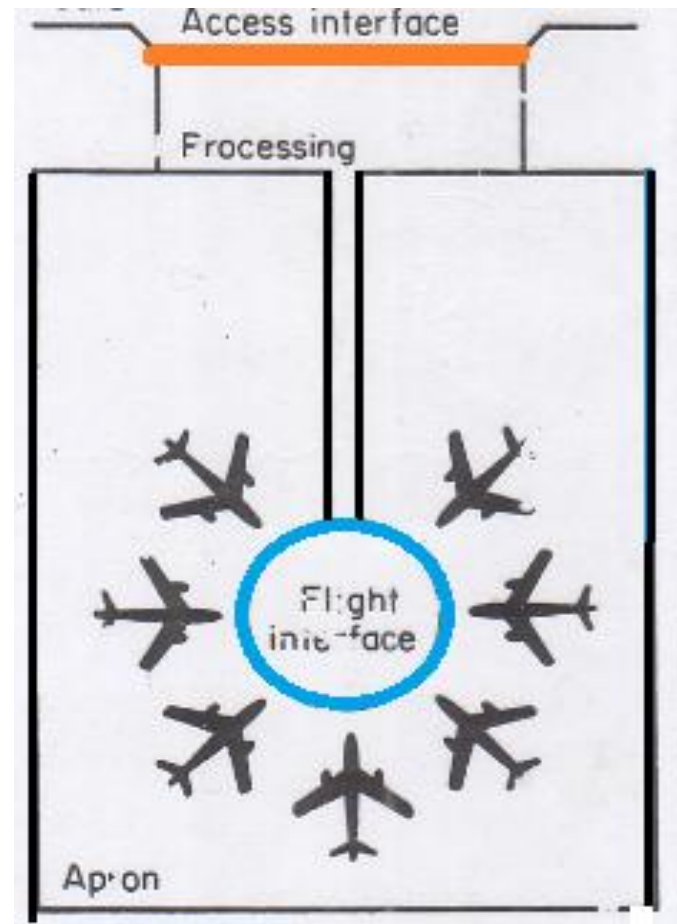
- **pier/finger**
- **satélite**
- **transporter**
- **linear**



Terminal tipo **FINGER** ou **PIER**



**SATÉLITE**

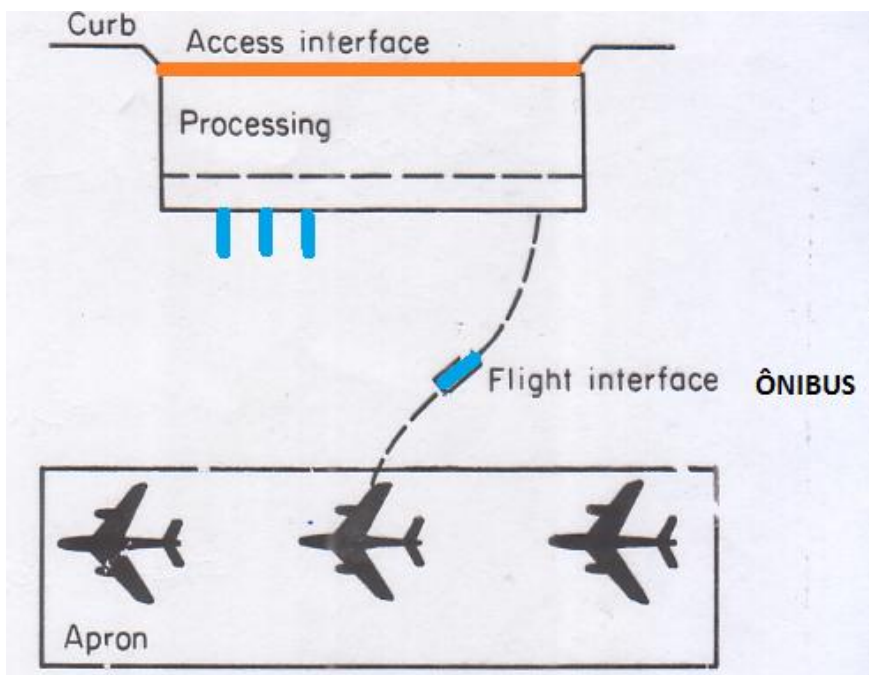
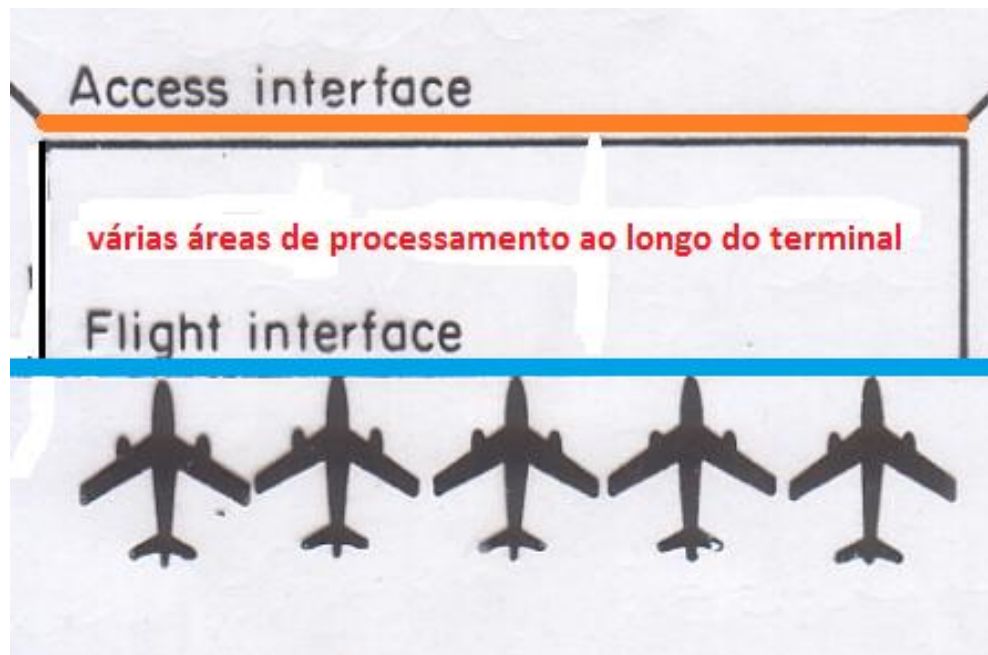


ambos têm processamento centralizado  
**interface terrestre = access interface**

**interface aérea = flight interface**



## Terminal tipo **LINEAR** processamento descentralizado



## **TRANSPORTER** processamento centralizado

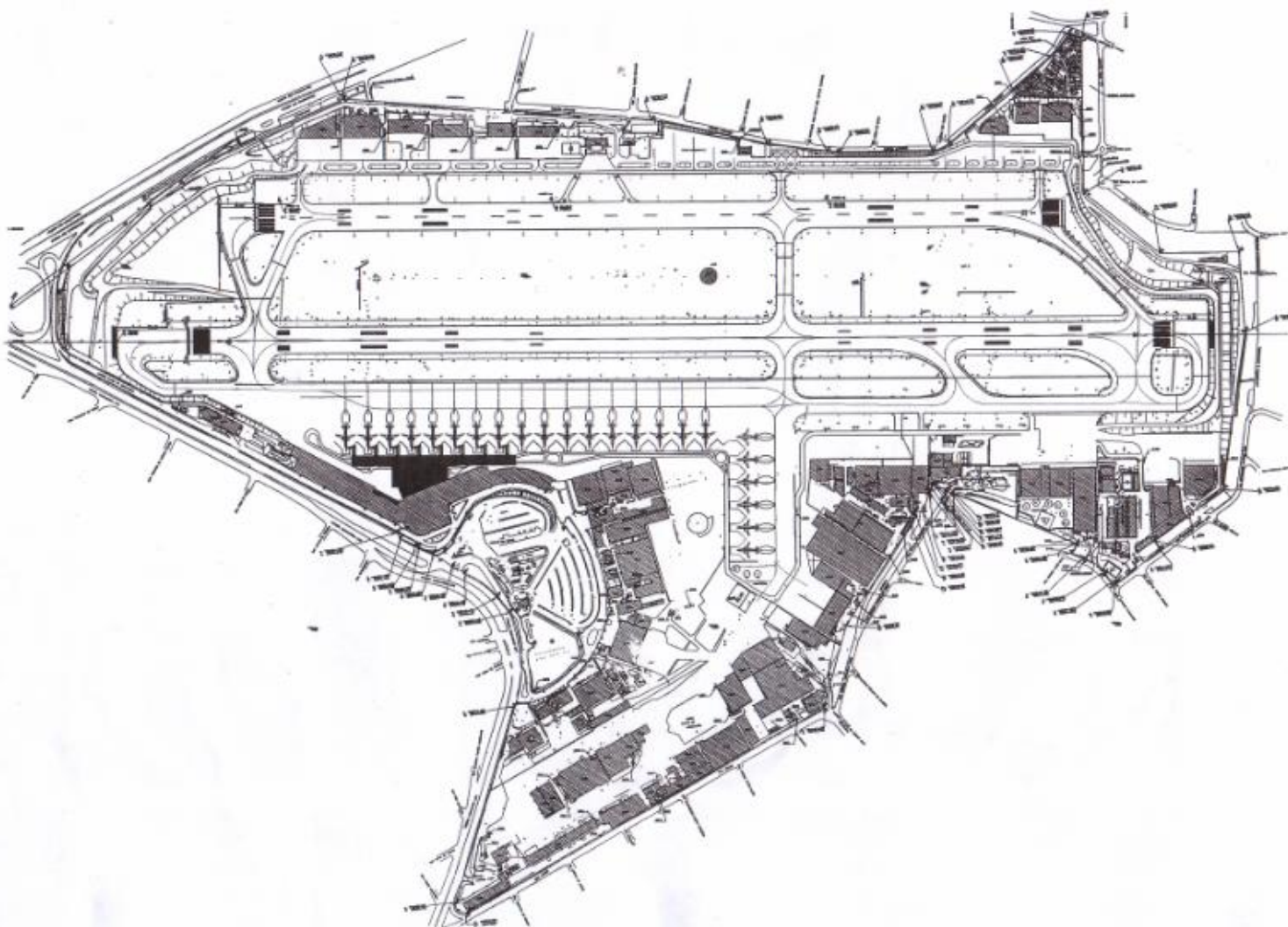
interface terrestre = *access interface*

interface aérea = *flight interface*



**Aeroporto de Congonhas – São Paulo**

**CGH – SBSP**





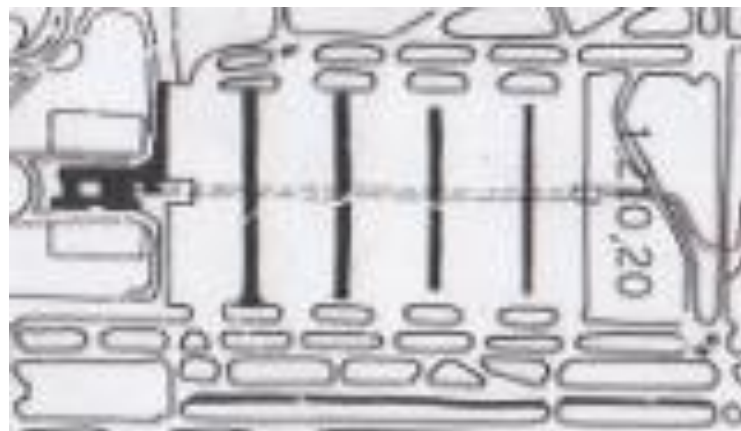
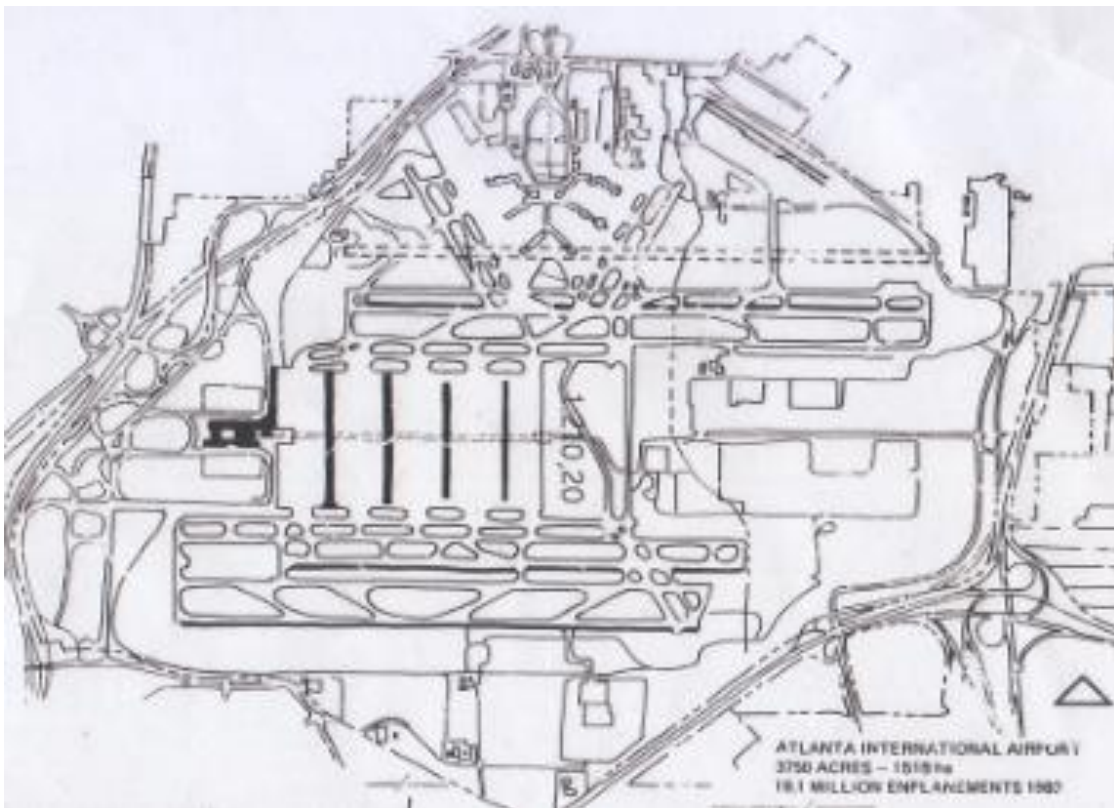


## Aeroporto de Schiphol      Amsterdão



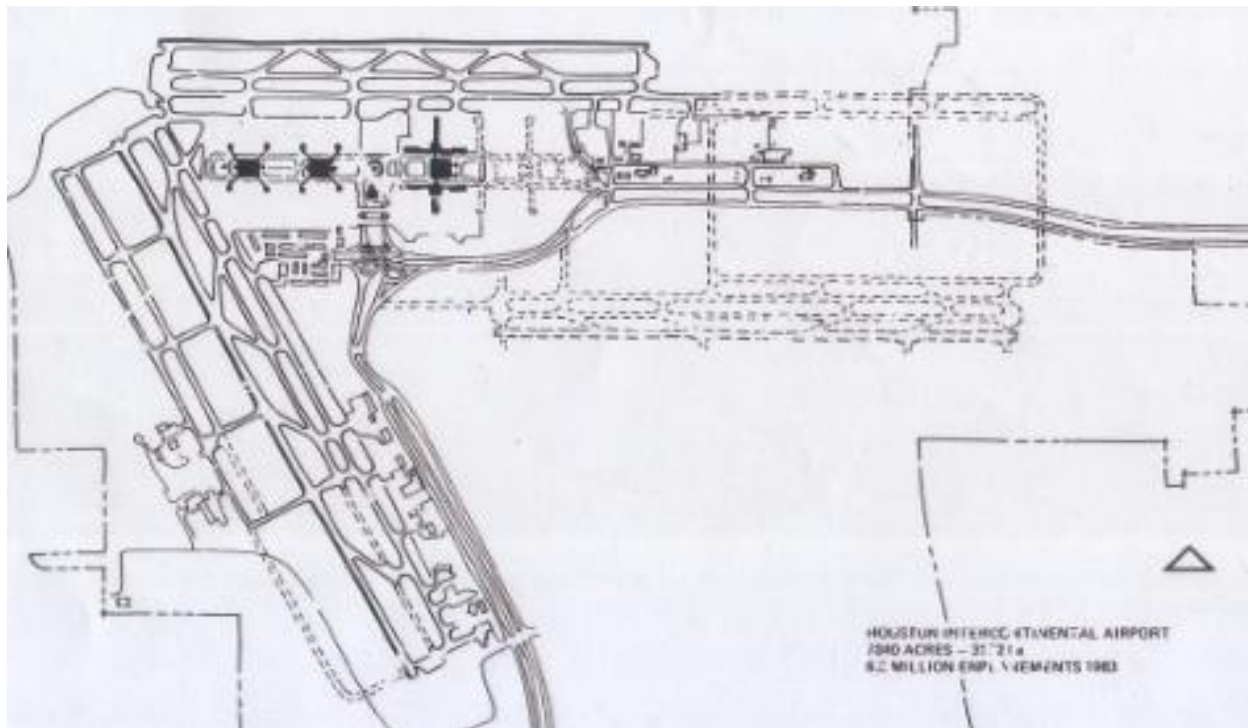


## Aeroporto de Atlanta – Georgia (EUA)



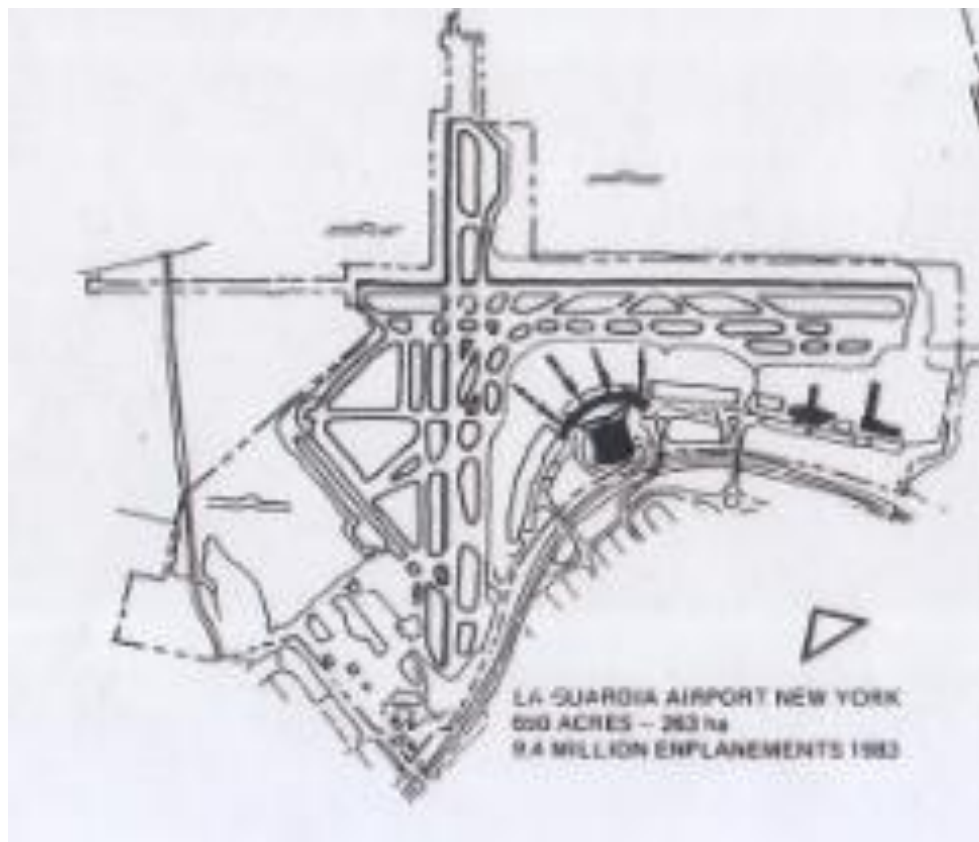


## Aeroporto de Houston – Texas (EUA)





## Aeroporto de La Guardia

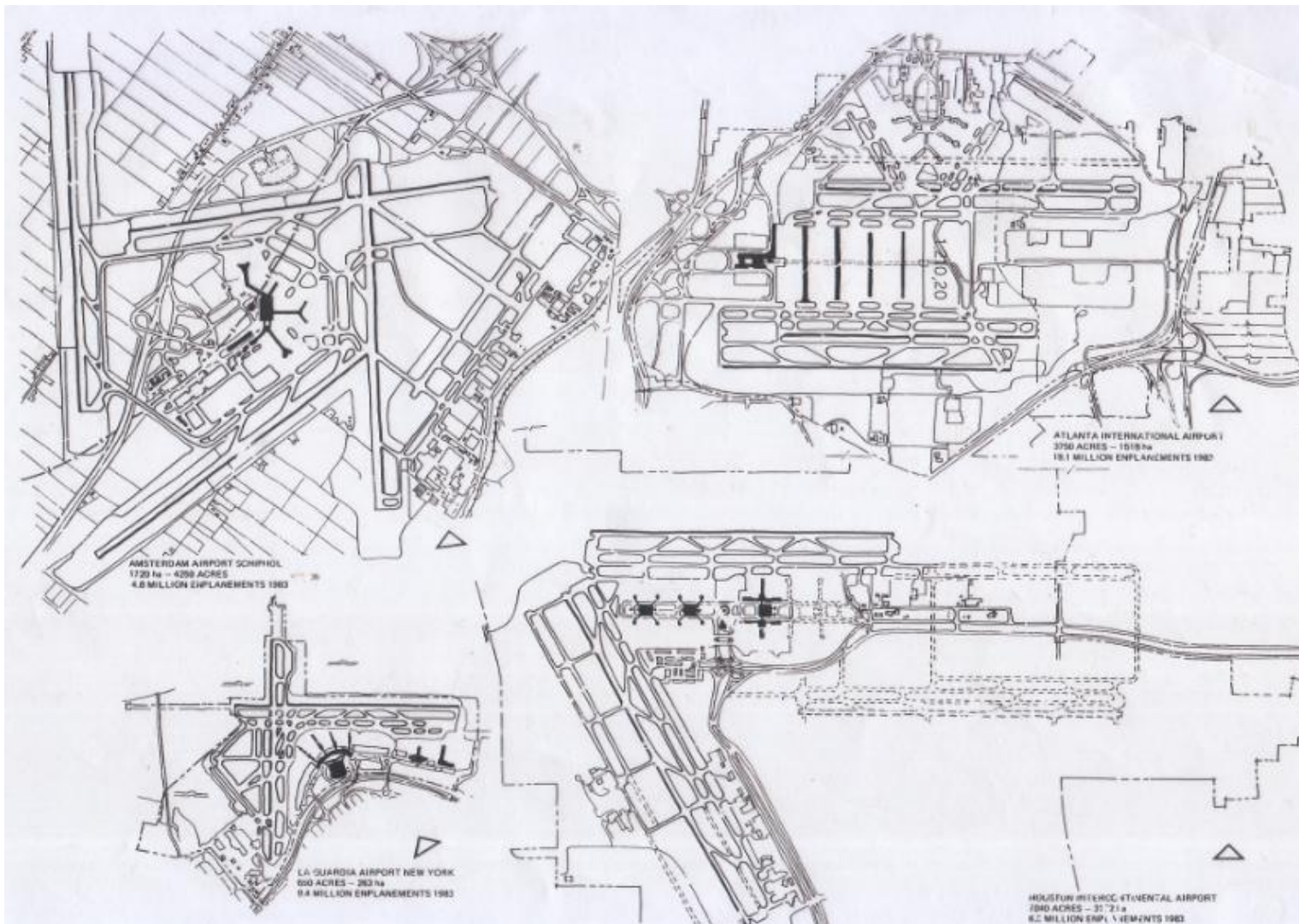




# Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

## Aeroportos e Transporte Aéreo

### Aeroportos AMS – ATL – LGA – HOU





## Terminais de passageiros

o pátio de estacionamento sempre lhes está relacionado

**Tipos de estacionamento** de aviões do ponto de vista de **movimentação**

- *power-in, power-out*

avião estaciona e sai com meios próprios (motores)

**ocupa mais área**    **não exige auxílio externo**

- *power-in, tow-out*

avião estaciona por meios próprios e sai empurrado (tratorado)

**ocupa menos áreas**                      **exige auxílio externo**



## Terminais de passageiros

relacionados ao pátio de estacionamento de aeronaves

**Tipos de estacionamento** de aviões do ponto de vista de **posicionamento**

- **próximo** ao terminal  
normalmente com pontes de embarque  
**maior área edificada**      **mais conforto para passageiros**
- **remoto** ao terminal  
normalmente com acesso por ônibus  
**menor área edificada**      **menos conforto e exige sistema de transporte**



## Estacionamento **posições remotas**



Berlin – Tempelhof





## Estacionamento *power-in power-out*



Aeroporto de Congonhas ~ 1950



Aeroporto Le Bourget ~ 1960



## Estacionamento *power-in power-out*





Estacionamento *power-in tow-out* posições próximas





# Estacionamento *power-in tow-out*      posições próximas





**Terminal tipo finger/pier**

**aeroporto de Kansai**  
**projeto Renzo Piano**





**Terminais tipo finger/pier**

**aeroporto de Schiphol - Amsterdam**





**Terminal tipo linear**

**Terminal 2- aeroporto Roissy Charles de Gaulle – Paris**





**Terminal tipo linear**

**Terminal 2 - aeroporto Roissy Charles de Gaulle – Paris**







**Terminal tipo satélite**

**Terminal 1 - aeroporto Roissy Charles de Gaulle – Paris**





Terminal tipo *finger/pier* (satélite na ponta de um)

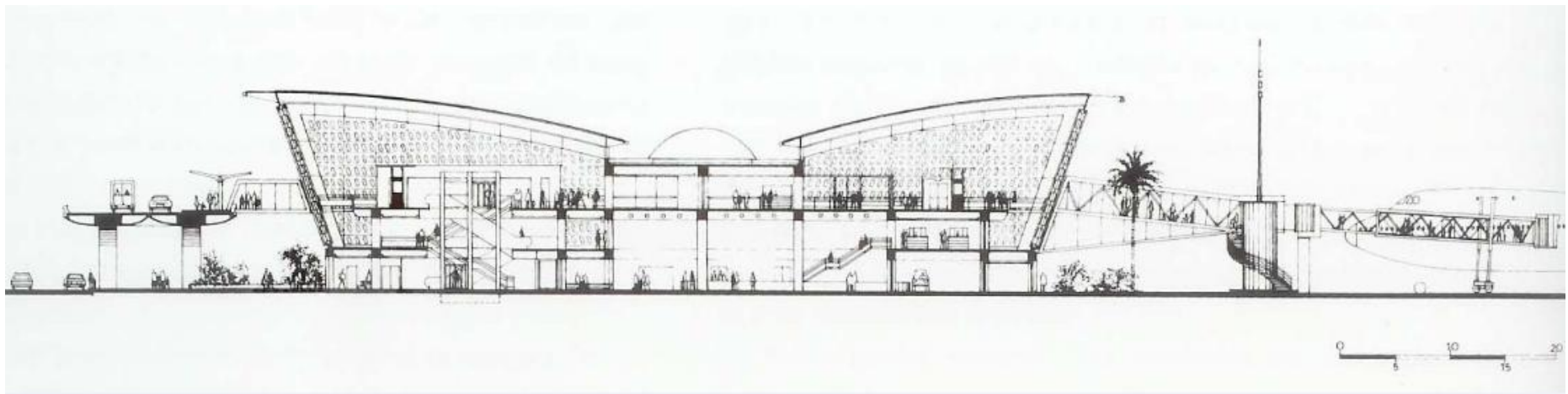
aeroporto de Toronto





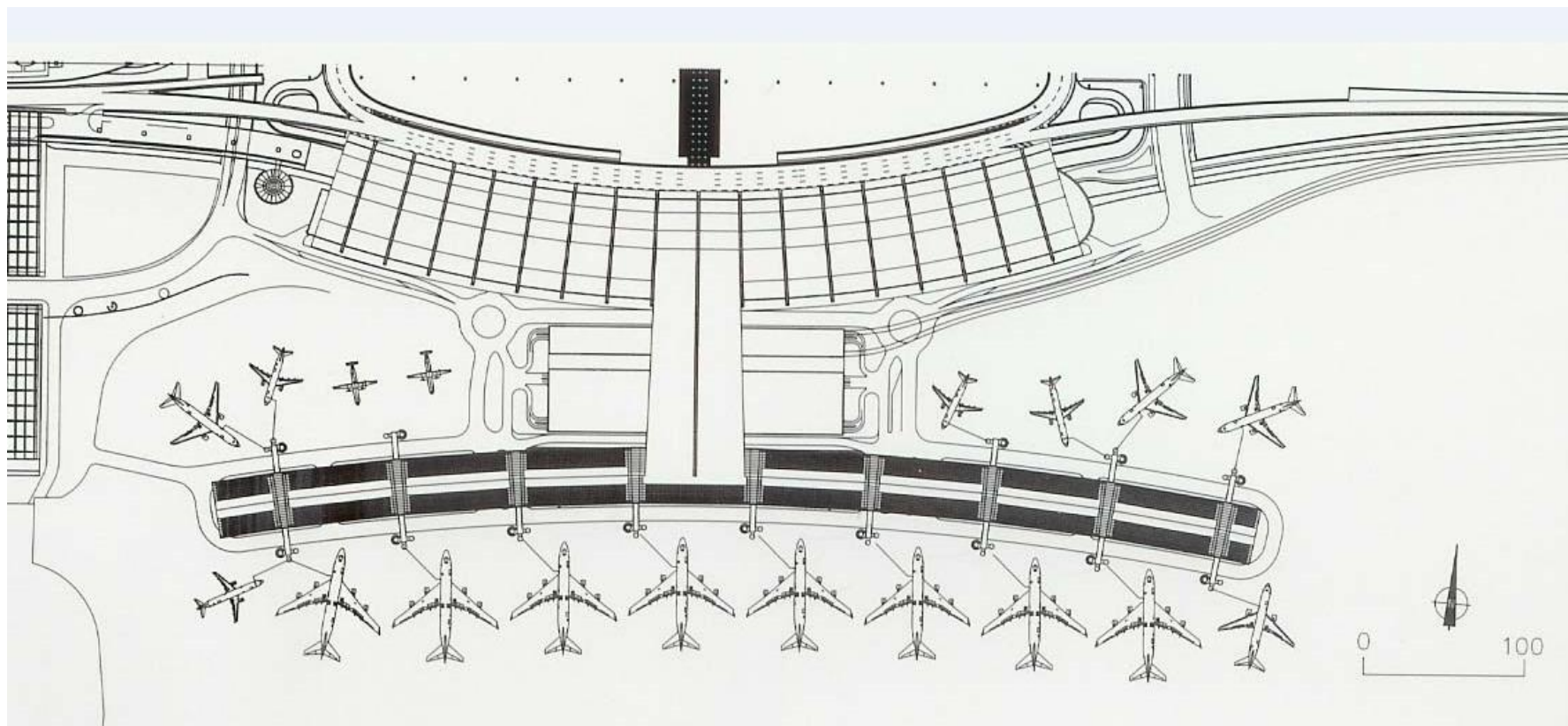
**Terminal tipo finger/pier**

**aeroporto de Kansai**  
**projeto Renzo Piano**





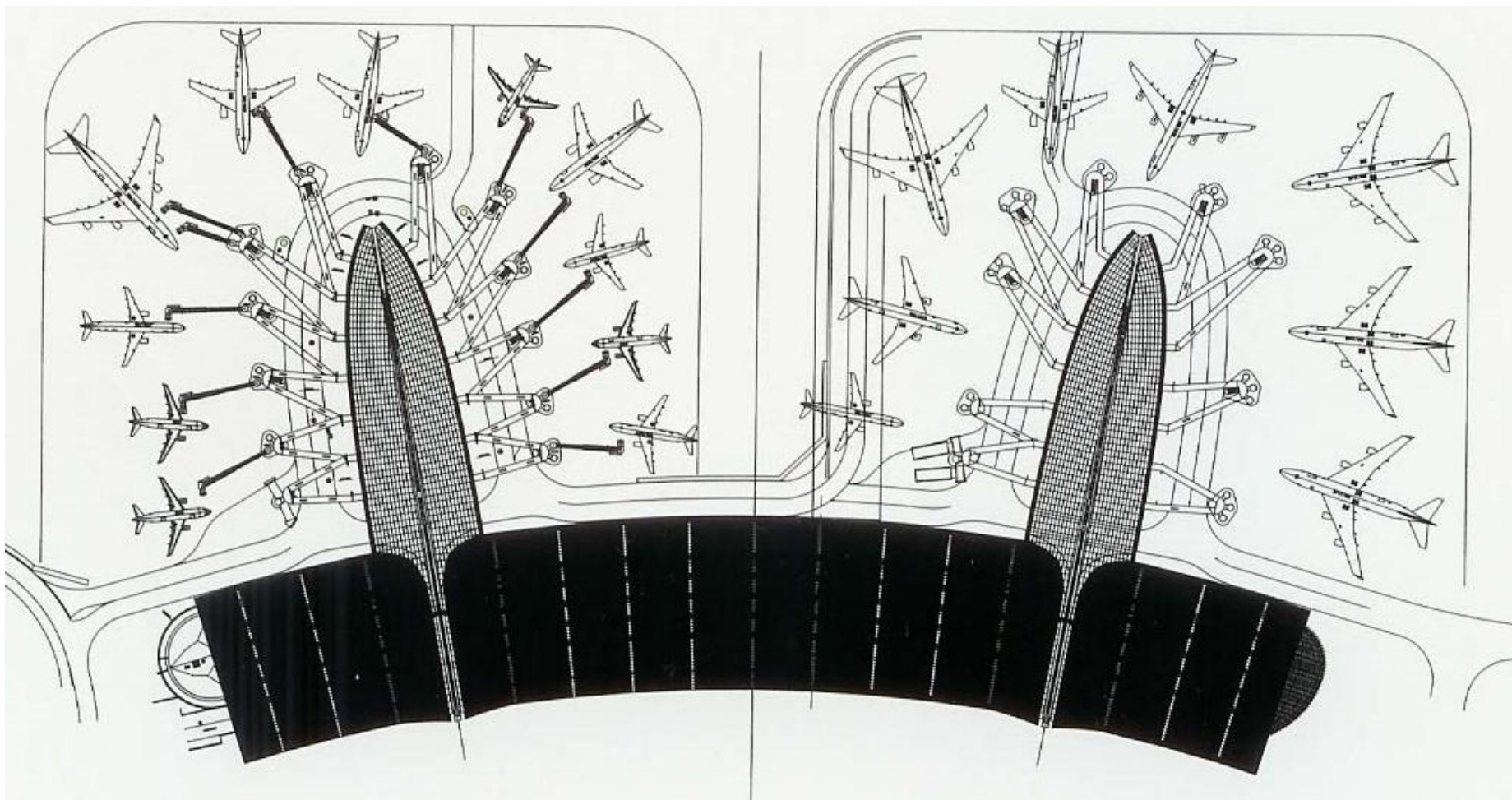
## Terminal tipo finger/pier





**Terminal tipo finger/pier**

**aeroporto de Kansai  
projeto Renzo Piano**



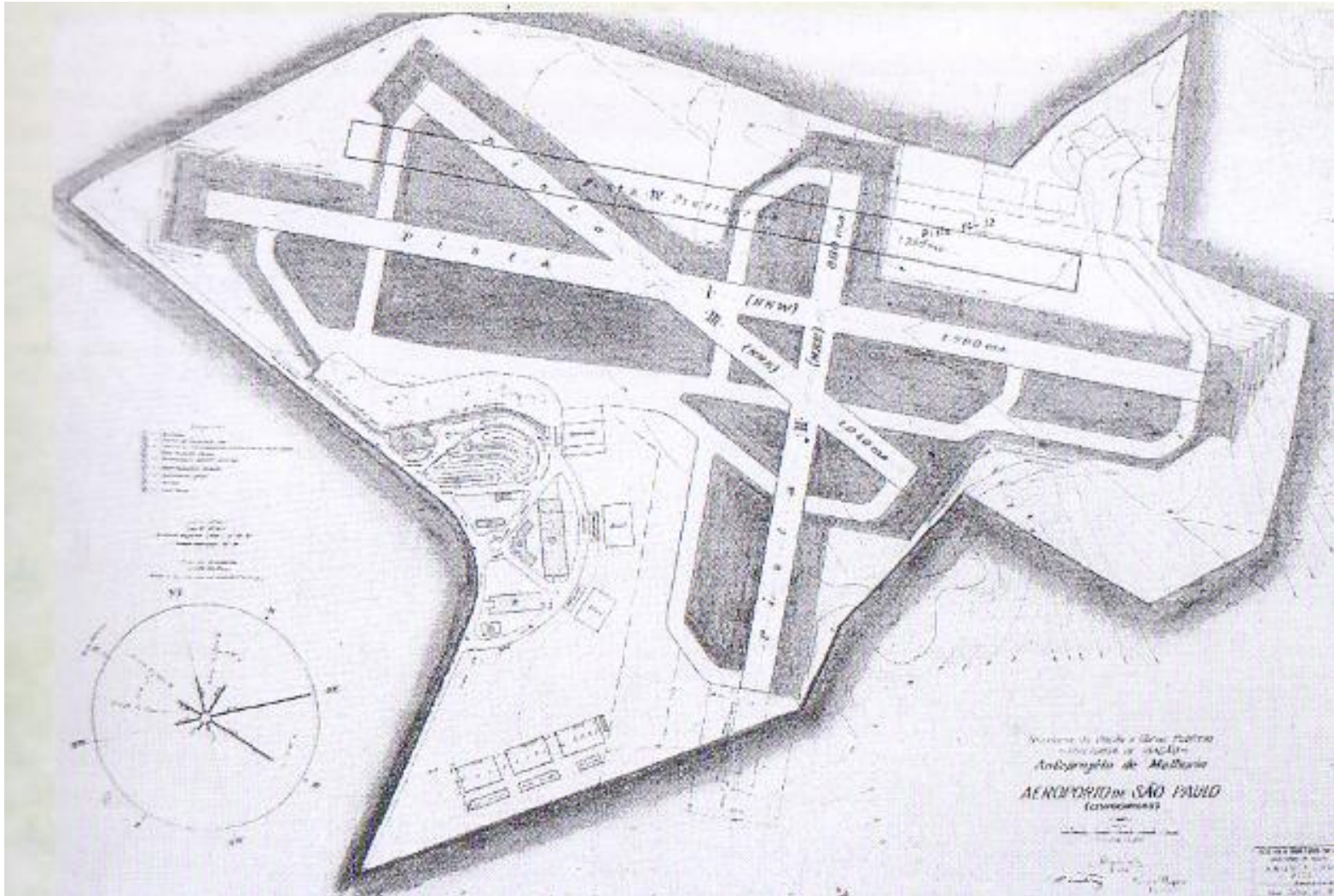


## **Dulles Airport – transporter**





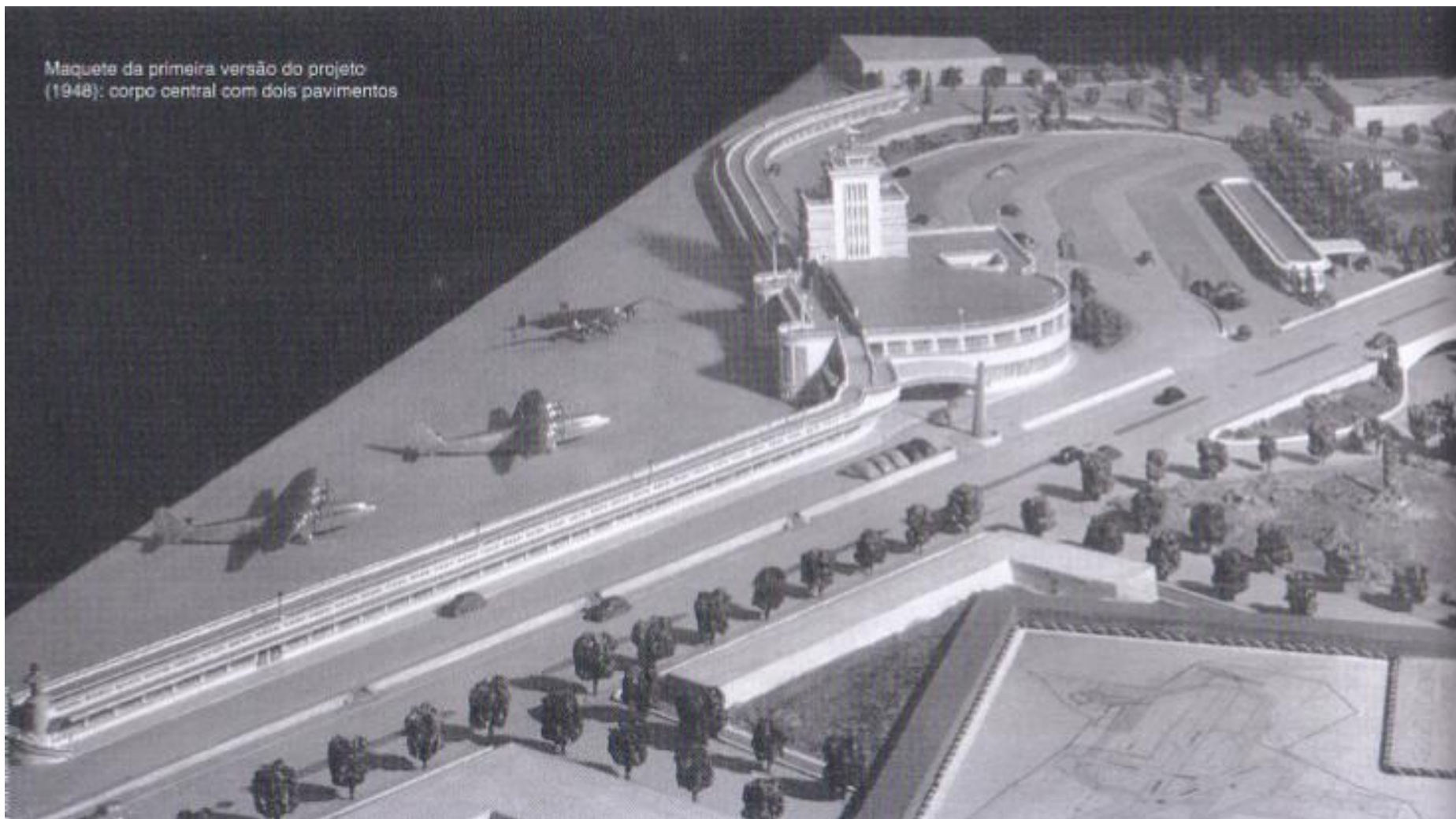
## Congonhas – concepção original das pistas





## Congonhas – maquete do projeto original

Maquete da primeira versão do projeto  
(1948): corpo central com dois pavimentos







**Congonhas – terminal de passageiros original**

**depois destruído**





## Congonhas – ala norte original do terminal de passageiros





## Congonhas – construção do pier do TPS e do edifício garagem



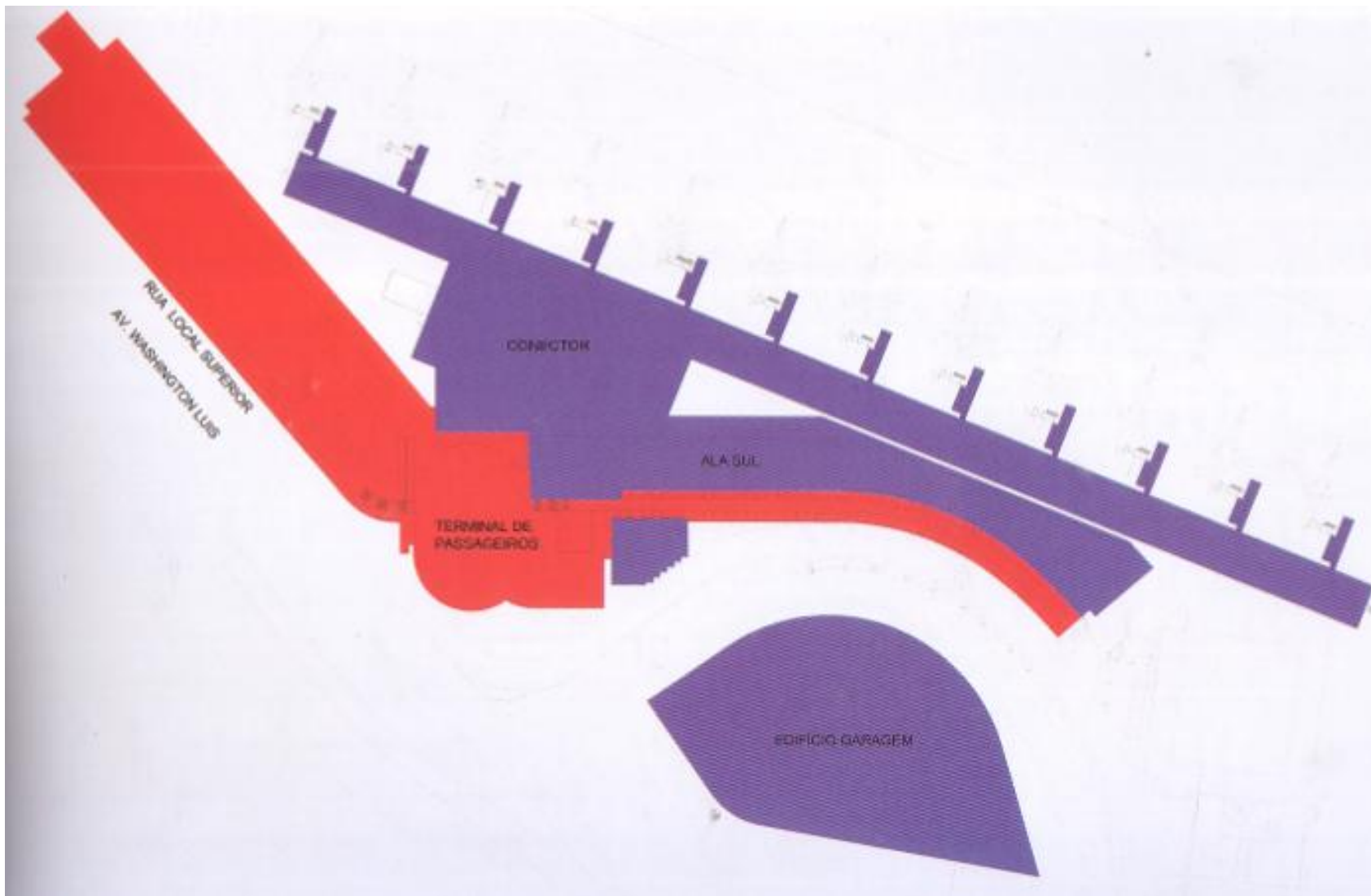


## Congonhas – ampliação da ala norte original do TPS





## Congonhas – ampliação do terminal de passageiros





## Congonhas – concepção original do terminal de passageiros





## Congonhas – ala de autoridades – saguão principal





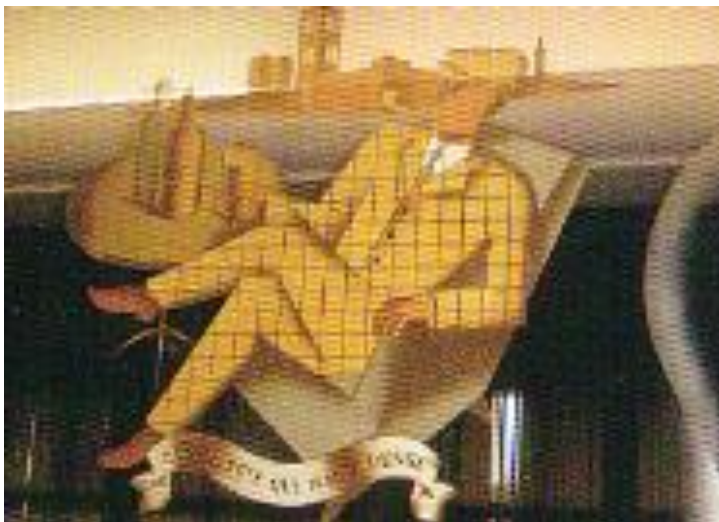
## Congonhas – ala de autoridades – painel de Di Cavalcanti







## Congonhas – ala de autoridades – espelhos pintados





## Congonhas – painéis de arenito rosa do terminal de passageiros





## Congonhas – Asa de Brecheret no terminal de passageiros original





# Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

## Aeroportos e Transporte Aéreo





## **Dulles Airport – transporter**





**Dulles Airport**

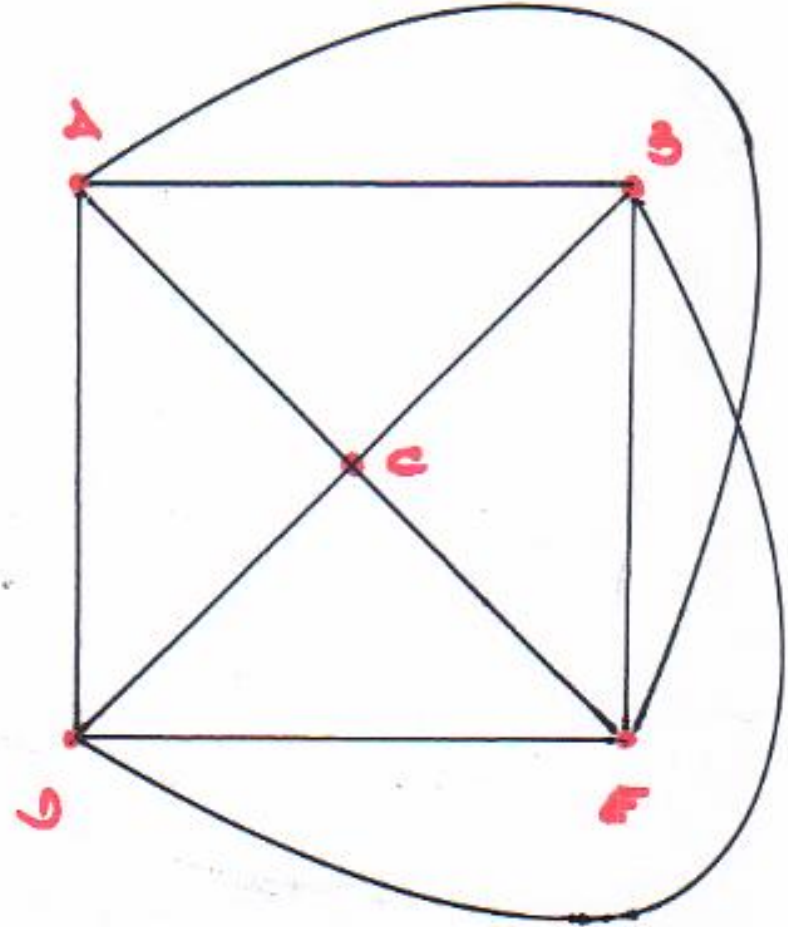
**mobile lounge**





## Rede de serviços de transporte aéreo

- cinco cidades
- um voo diário entre cada par de cidades, em cada sentido
- 50 pax/dia em cada voo
- aviões com 100 lugares
- aproveitamento de cada voo = 50%
- 200 pax/dia saindo de cada cidade
- 200 pax/dia chegando a cada cidade



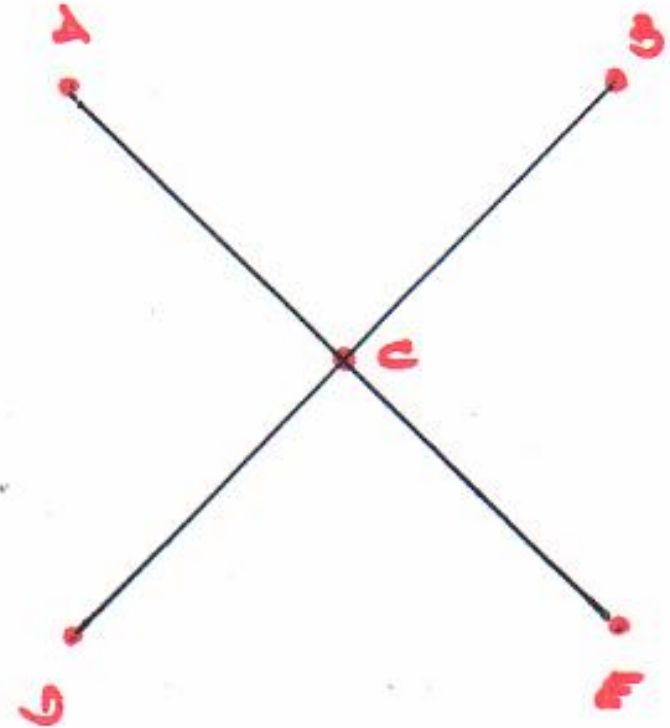


## Rede de serviços de transporte aéreo

- cinco cidades
  - um voo diário entre cada par de cidades, em cada sentido
  - 50 pax/dia em cada voo
  - aviões com 100 lugares
  - 200 pax/dia saindo de cada cidade
  - 200 pax/dia chegando a cada cidade
- 4 voos/dia de cada cidade, 50% *I.f.*  
→ melhor qualidade de serviços!

ou

- 1 voo/dia de cada cidade, 50% *I.f.*  
→ avião maior → mais barato!



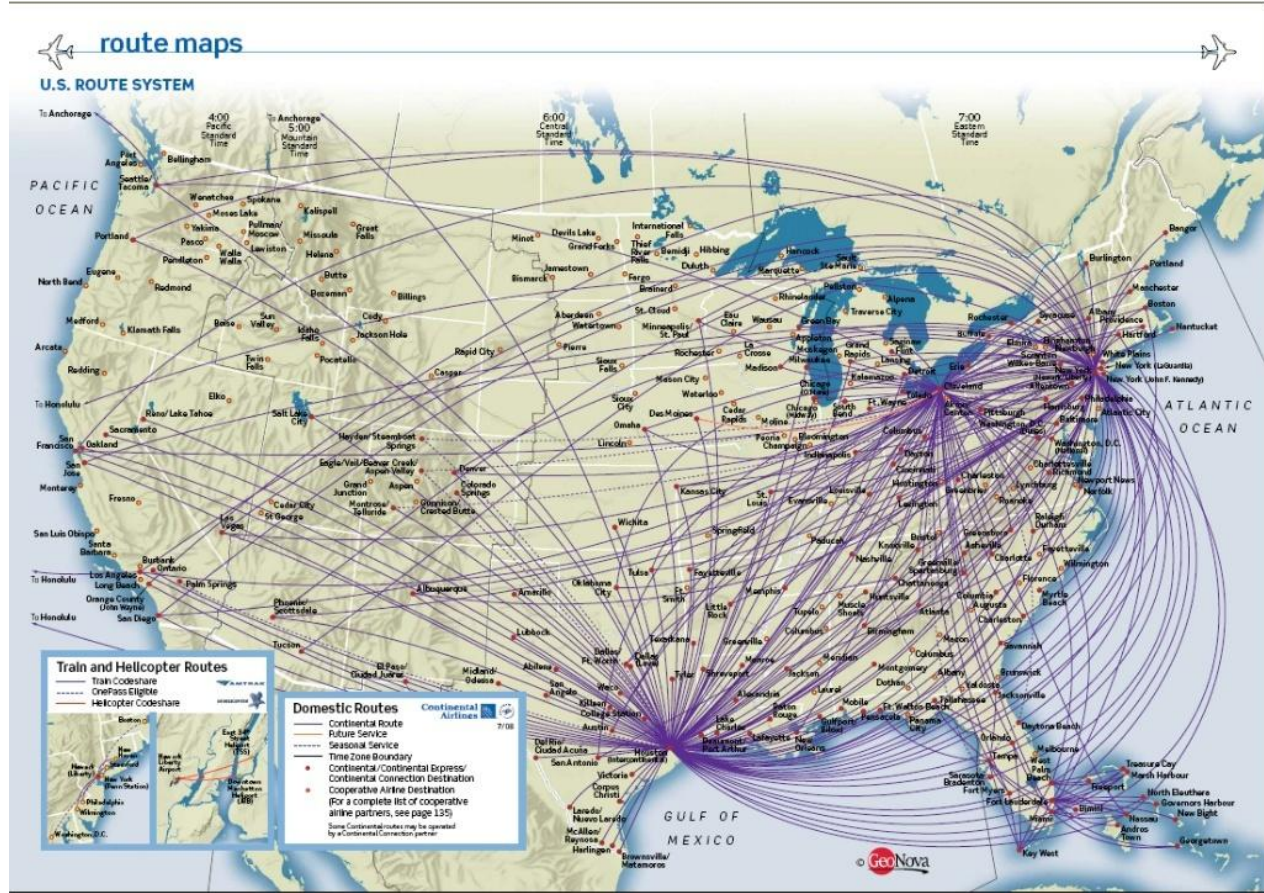




# Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

## Aeroportos e Transporte Aéreo

- <http://geekfriendly.org/blog/11/fedex-hub-animation/>





## Rede de serviços de transporte aéreo

### Sistema ponto-a-ponto

muitos voos diretos

serviços limitados (por ex., um voo/dia por destino)

### Sistema *hub-and-spoke* (roda de carroça)

poucos voos diretos, a maioria com conexões ou paradas

maior quantidade de serviços por dia, entre duas localidades

**ou** serviços limitados mas com preço mais baixo (uso de aviões maiores)

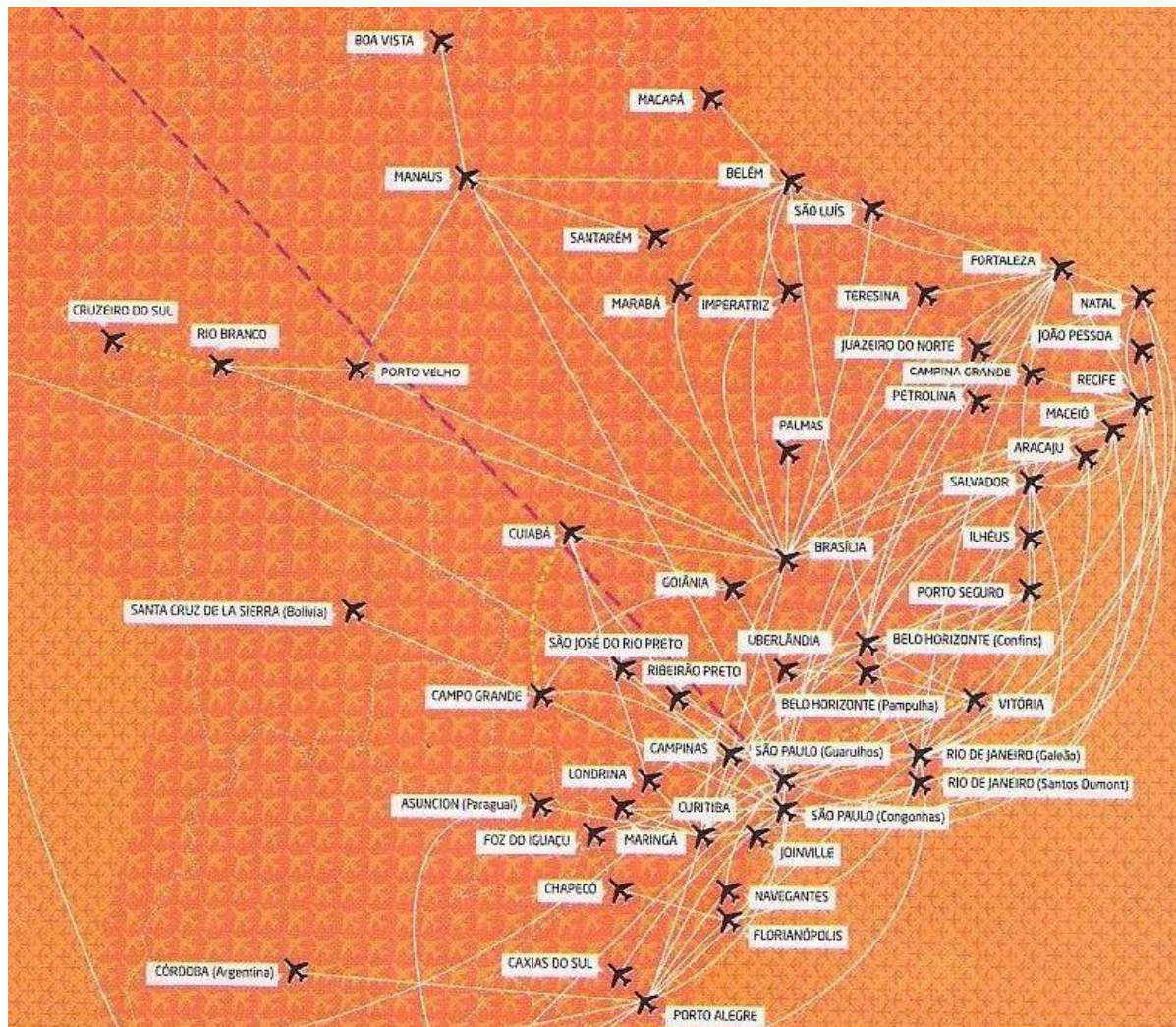
Terminais de passageiros de aeroportos hub: muitas transferências entre voos + muitos aviões no solo simultaneamente (*connection banks*) → mais difícil usar terminais do tipo linear mas sim os de outros tipos (**por que?**)



# Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

## Aeroportos e Transporte Aéreo

# GOL





# Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

## Aeroportos e Transporte Aéreo

# TAM





# VARIG





# Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

## Aeroportos e Transporte Aéreo

2	NAT/FOR	FOR/BSB	BSB/CGH	CGH/FLN	FLN/POA	POA/FLN	FLN/CGH	CGH/BSB	BSB/FOR	FOR/NAT		
fit time	01:00	02:40	01:30	01:10	00:50	00:50	01:10	01:30	02:40	01:00	14:20	14,33
STD	06:30	07:50	11:10	13:00	14:30	15:40	16:50	18:20	20:30	23:40		
STA	07:30	10:30	12:40	14:10	15:20	16:30	18:00	19:50	23:10	00:40		
grd time	0:20	0:40	0:20	0:20	0:20	0:20	0:20	0:40	0:30			
dist NAV	454	1809	926	578	391	372	585	985	1696	454		
dist HORAN	434	1690	873	488	363	363	488	873	1690	434		
CONSUMO lts	3130	7940	4530	3480	2920	2850	3640	4631	7880	3120		
1	JPA/REC	REC/BSB	BSB/CNF	CNF/GIG	GIG/CNF	CNF/BSB	BSB/REC	REC/JPA				
fit time	00:30	02:30	01:10	01:00	01:00	01:10	02:30	00:30			10:20	10,33
STD	07:00	07:50	11:20	12:50	17:00	18:20	20:20	23:10				
STA	07:30	10:20	12:30	13:50	18:00	19:30	22:50	23:40				
grd time	00:20	1:00	0:20	3:10	0:20	0:50	0:20					
dist NAV	111	1698	606	413	470	674	1674	111				
dist HORAN	109	1652	590	362	362	590	1652	109				
CONSUMO lts	1630	7380	3751	2750	3050	4000	7081	1660				
8	MAO/BSB	BSB/GRU	GRU/CWB	CWB/POA	POA/CWB	CWB/GRU	GRU/BSB	BSB/MAO				
fit time	02:50	01:30	01:00	01:00	01:00	01:00	01:30	02:50			12:40	12,67
STD	07:30	11:10	13:10	14:30	15:50	17:10	18:30	20:40				
STA	10:20	12:40	14:10	15:30	16:50	18:10	20:00	23:30				
grd time	0:50	0:30	0:20	0:20	0:20	0:20	0:40					
dist NAV	1998	880	370	594	594	488	943	1998				
dist HORAN	1947	855	359	534	534	359	855	1947				
CONSUMO lts	9370	4551	2650	3371	3371	2950	4600	9370				
4	FOR/THE	THE/BSB	BSB/GYN	GYN/CGR	CGR/GYN	GYN/BSB	BSB/THE	THE/FOR				
fit time	01:00	02:10	00:40	01:20	01:20	00:40	02:10	01:00			10:20	10,33
STD	07:20	08:40	11:30	12:30	17:20	19:00	20:10	22:40				
STA	08:20	10:50	12:10	13:50	18:40	19:40	22:20	23:40				
grd time	0:20	0:40	0:20	3:30	0:20	0:30	0:20					
dist NAV	496	1383	183	726	726	183	1383	496				
dist HORAN	496	1322	164	715	715	164	1322	496				
CONSUMO lts	3101	6451	1371	3911	3911	1371	6451	3101				



# **Terminal de passageiros**

## **elementos componentes & dimensionamento**



## Elementos componentes de um terminal de passageiros e fatores que afetam seu dimensionamento

<b>Embarque</b>	<b>caracterização</b>	<b>critérios de dimensionamento</b>
<b>Calçada (meio-fio) de embarque (<i>curbside</i>)</b>	<b>área</b>	<b>veíc/hp + tempo de parada</b>
<b>Saguão de público (pax &amp; acomp)</b>	<b>área</b>	<b>pessoas/hp + pessoas/m<sup>2</sup></b>
<b>Balcões de aceitação (<i>check-in</i>)</b>	<b>quant</b>	<b>pax/hp + tempo de atendimento</b>
<b>Controles de segurança/passaportes</b>	<b>quant</b>	<b>pax/hp + tempo de atendimento</b>
<b>Saguão de pax</b>	<b>área</b>	<b>pessoas/hp      pessoas/m<sup>2</sup></b>





## Elementos componentes de um terminal de passageiros e fatores que afetam seu dimensionamento

<b>Desembarque</b>	<b>caracterização</b>	<b>critérios de dimensionamento</b>
<b>Controles de passaportes/saúde</b>	<b>quant</b>	<b>pax/hp + temp de atendimento</b>
<b>Retirada de bagagens</b>	<b>área + perímetro esteiras</b>	<b>pax/hp + tempo atendimento + pax/m<sup>2</sup></b>
<b>Alfândega</b>	<b>quant</b>	<b>pax/hp + temp de atendimento</b>
<b>Saguão de espera</b>	<b>área</b>	<b>pessoas/hp + pessoas/m<sup>2</sup></b>
<b>Calçada (meio-fio) de embarque (<i>curbside</i>)</b>	<b>área</b>	<b>veíc/hp + tempo de parada</b>



## Terminal pequeno em um só nível

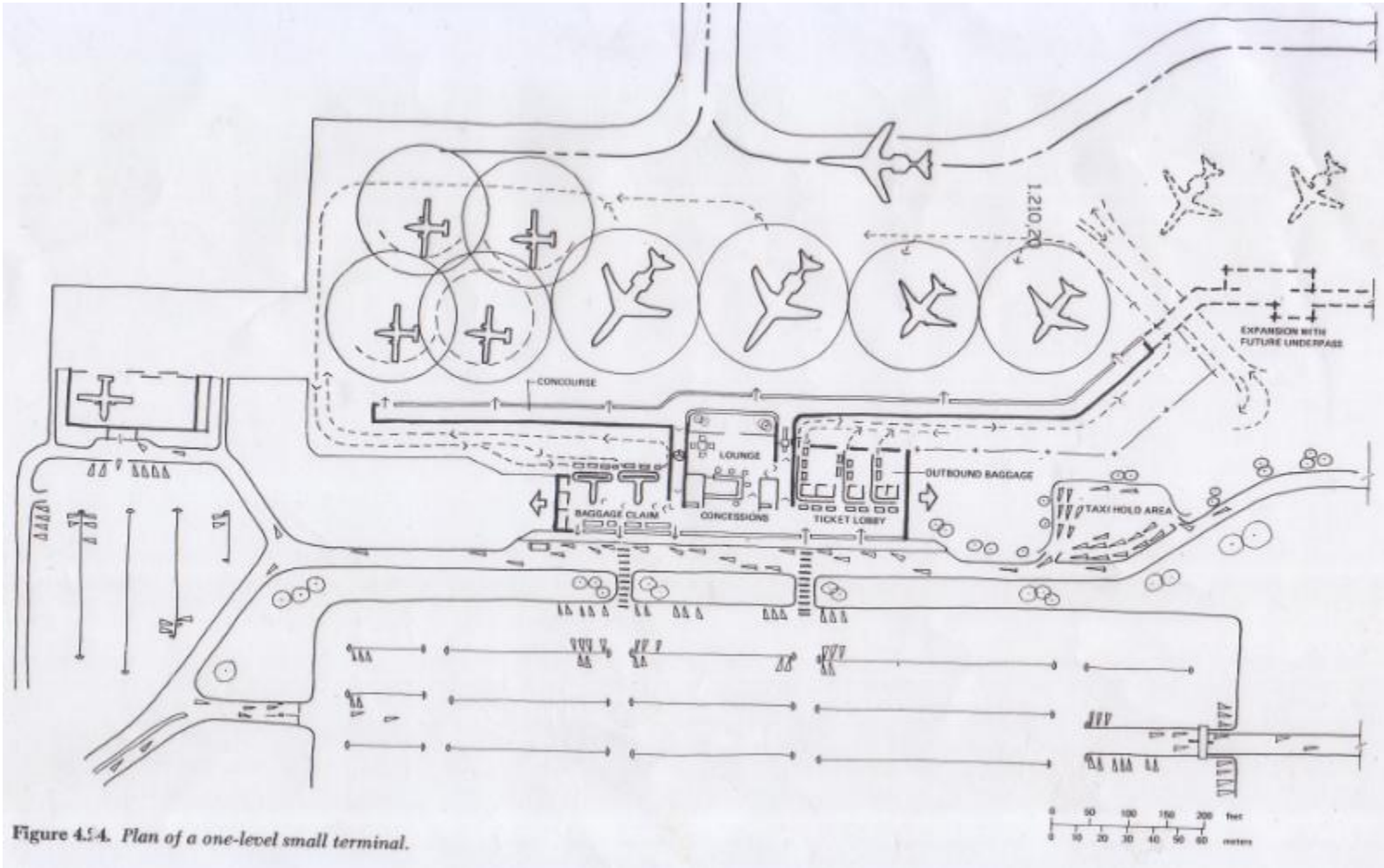
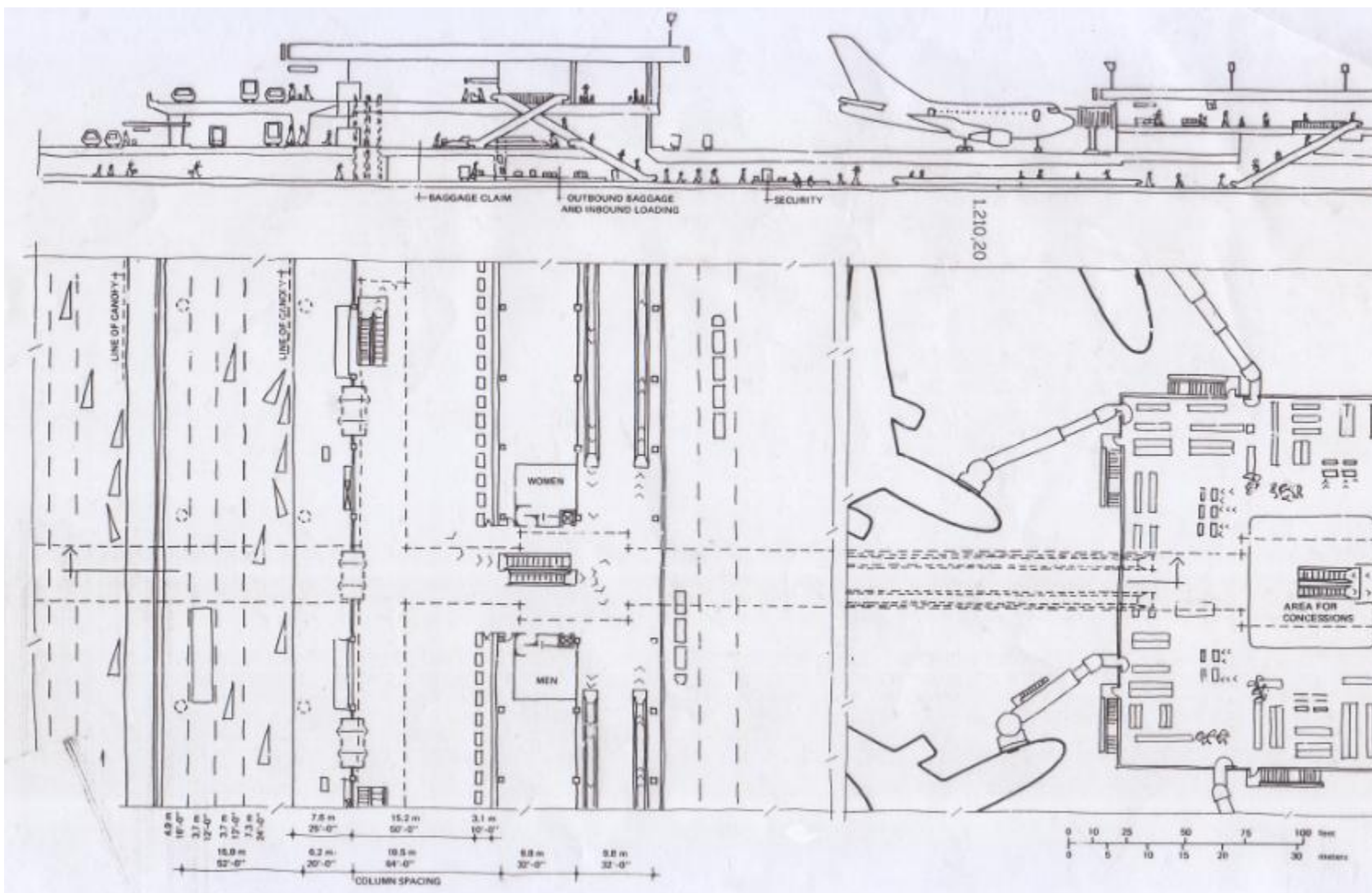


Figure 4.54. Plan of a one-level small terminal.

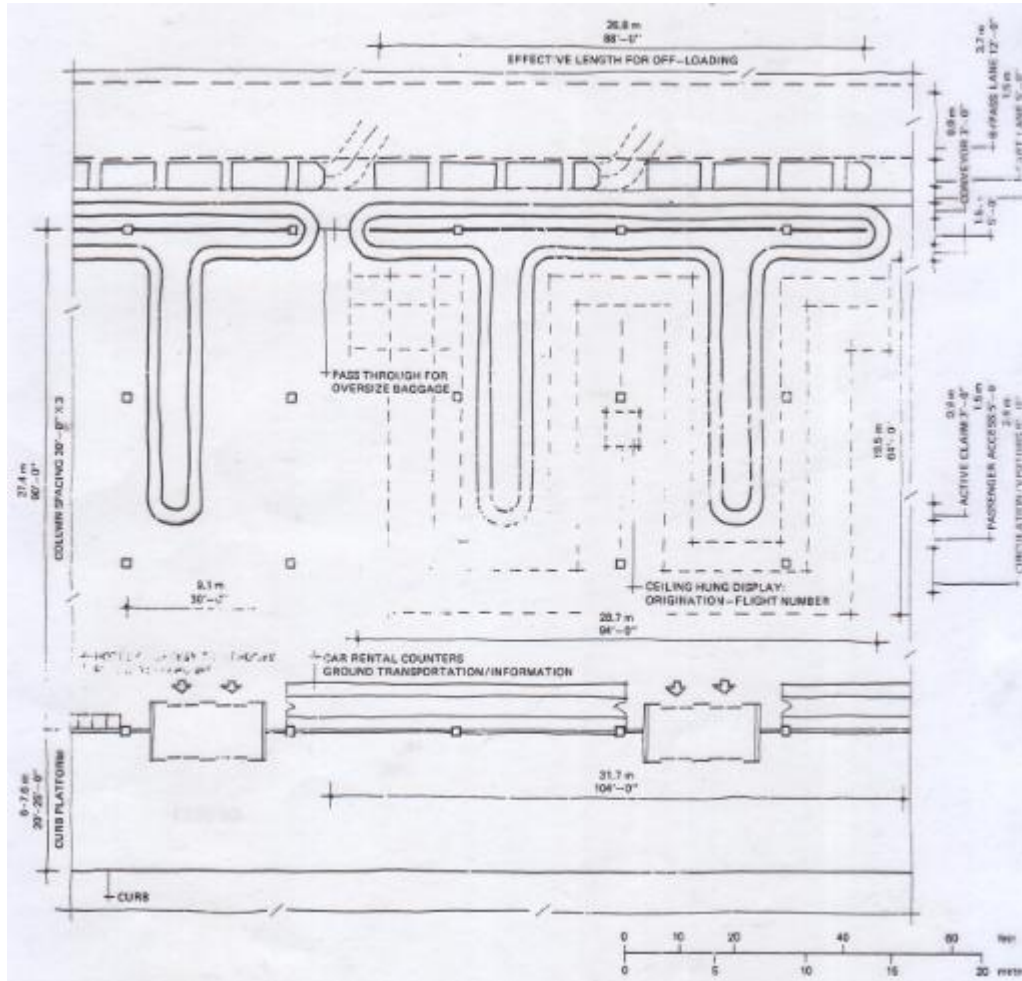


## Terminal grande em dois níveis



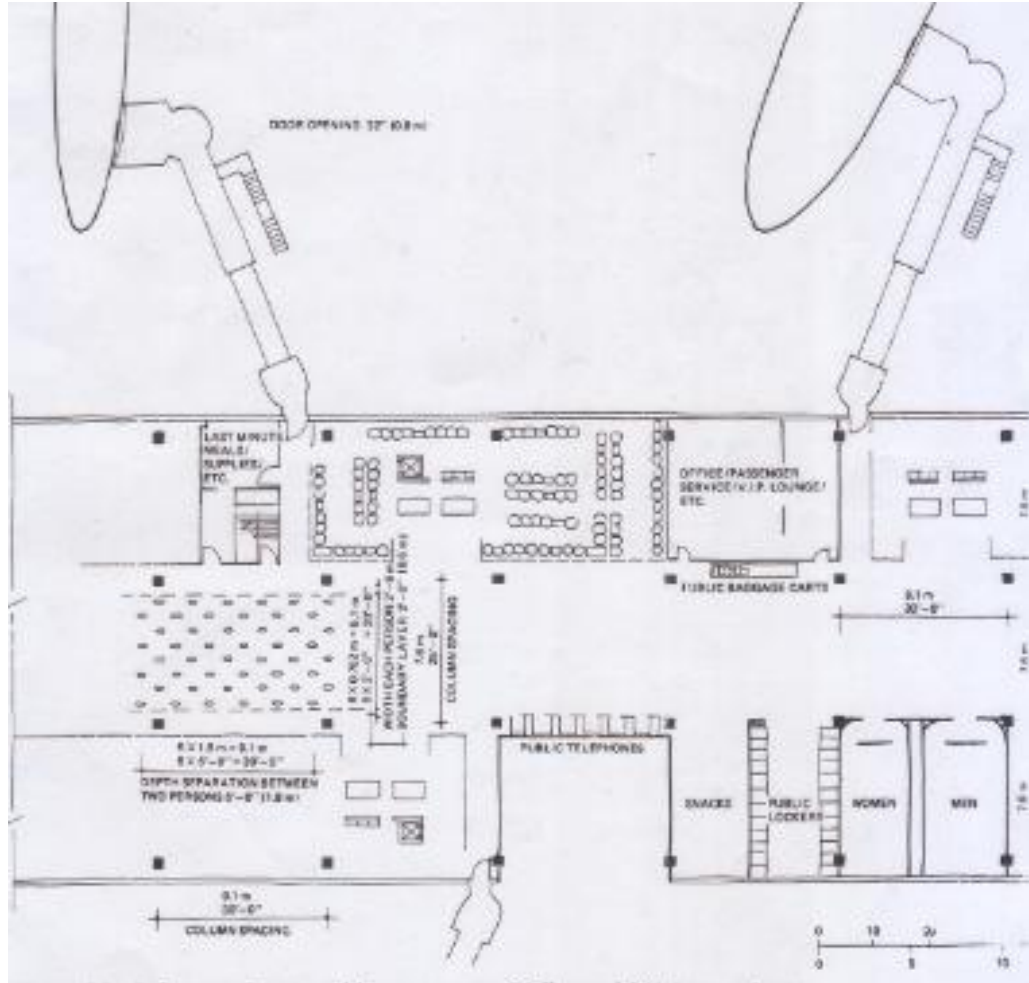


### Área de retirada de bagagens



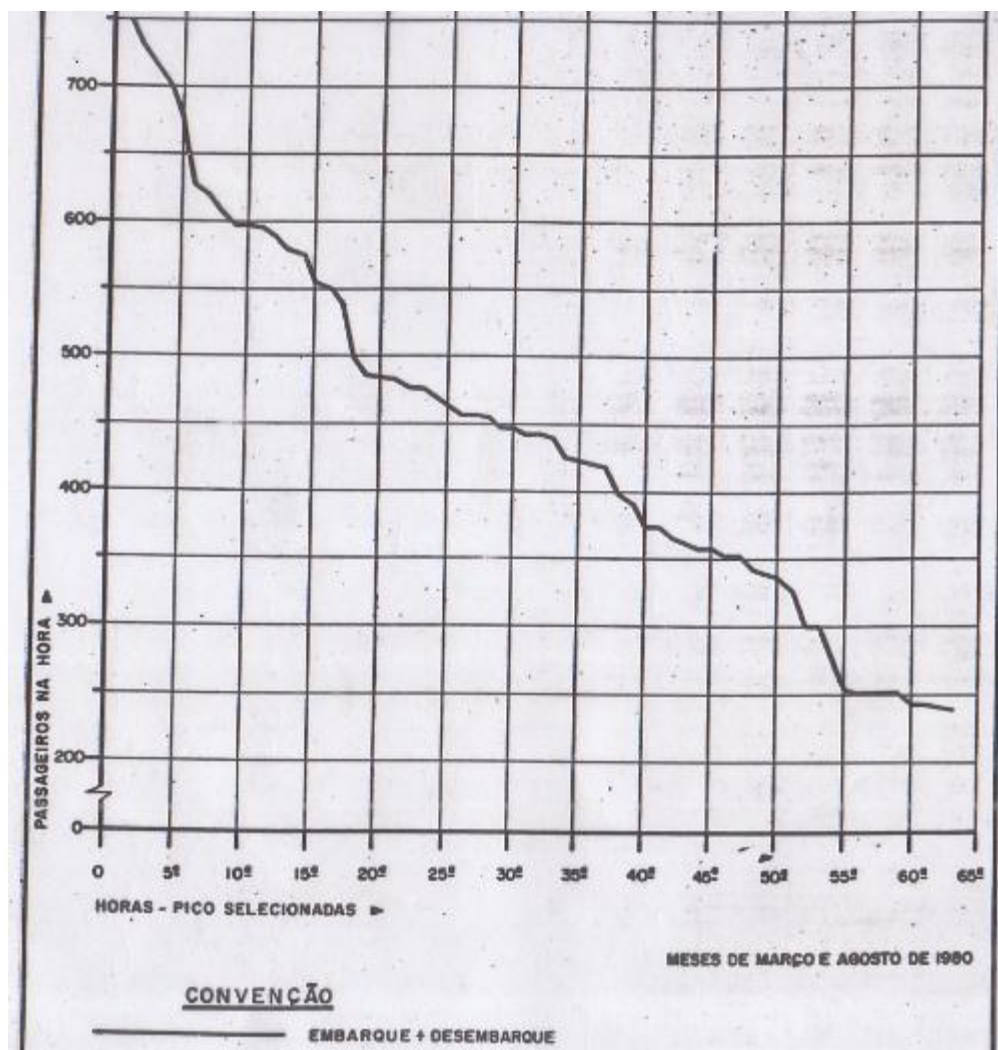


## Área/sala de embarque e corredor de circulação



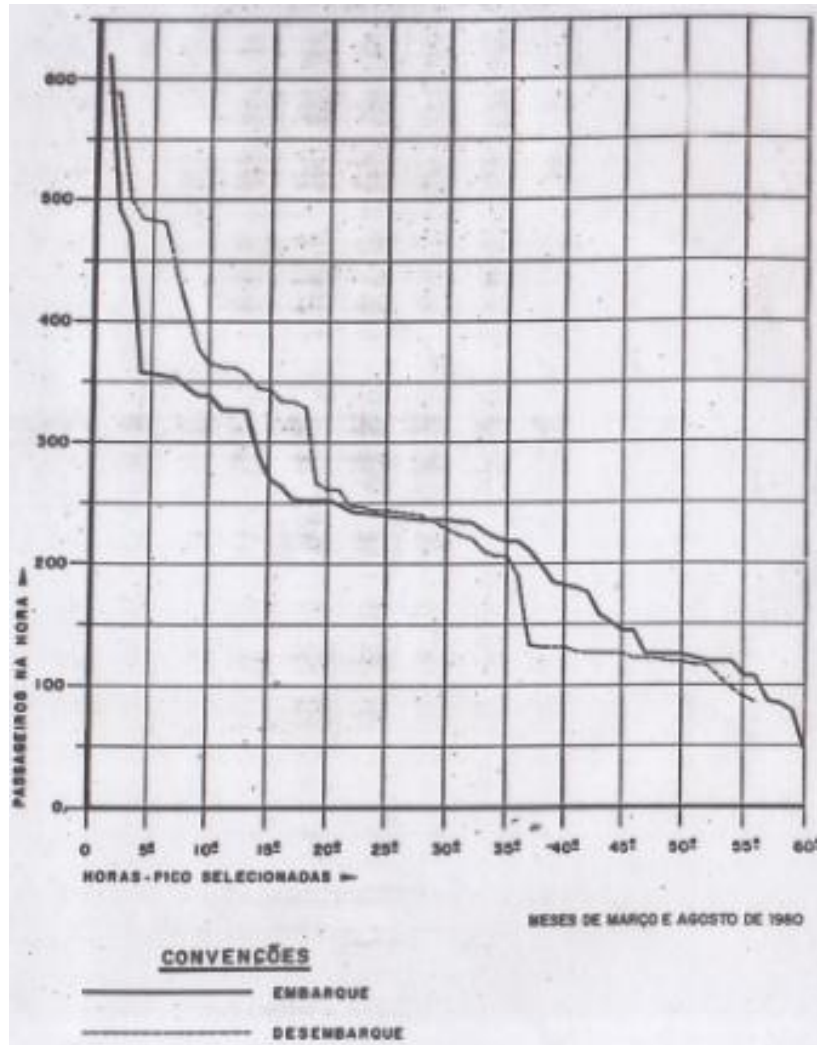


Aeroporto do Funchal: passageiros na hora-pico – emb+desemb, dom+int,, regular+charter



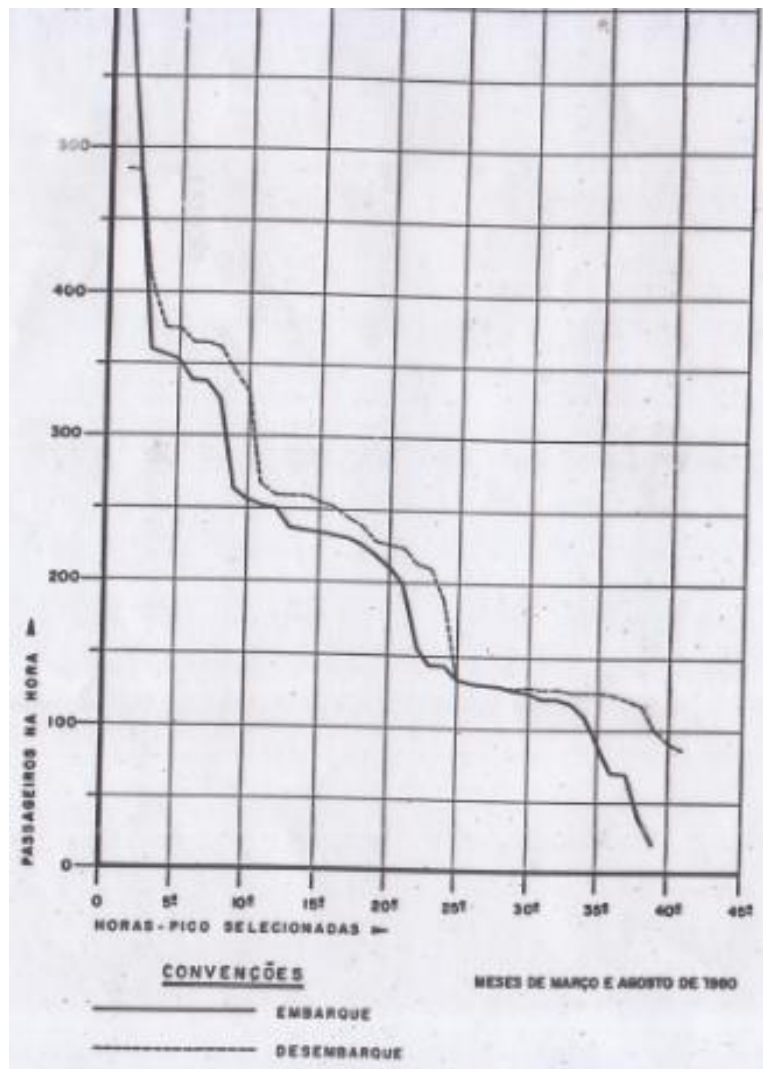


Aeroporto do Funchal: passageiros na hora-pico – emb+desemb, dom+int, regular+charter





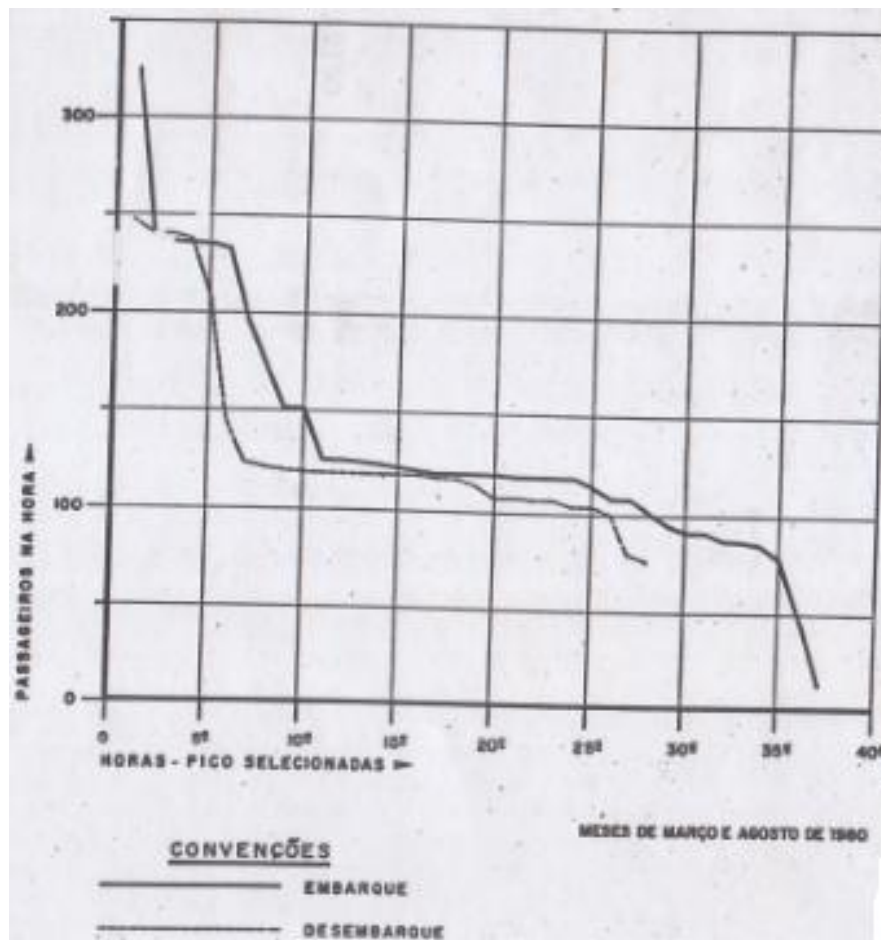
## Aeroporto do Funchal: passageiros na hora-pico (emb + desemb, regular+charter, internacional)







## Aeroporto do Funchal: passageiros na hora-pico – embarque + desembarque, doméstico





**Aeroporto do Funchal: passageiros na hora-pico – emb + desemb, doméstico + internacional**

<http://geekfriendly.org/blog/11/fedex-hub-animation/>

<http://www.leaelliott.com/assets/files/AirportAirsideConveyance.pdf>



**Escola Politécnica da Universidade de São Paulo**  
**Aeroportos e Transporte Aéreo**

---

## **Dulles Airport**



**Escola Politécnica da Universidade de São Paulo**  
**Aeroportos e Transporte Aéreo**

---

## **Dulles Airport**



**Escola Politécnica da Universidade de São Paulo**  
**Aeroportos e Transporte Aéreo**

---

## **Dulles Airport**



## Calçada de embarque

- e pax embarcando hora-pico
- p % pax usando carro/taxi
- n pax por carro/taxi - **1,7**
- l comprimento de calçada por carro/taxi - **6,5 m**
- t tempo de parada na calçada **1,5 min**

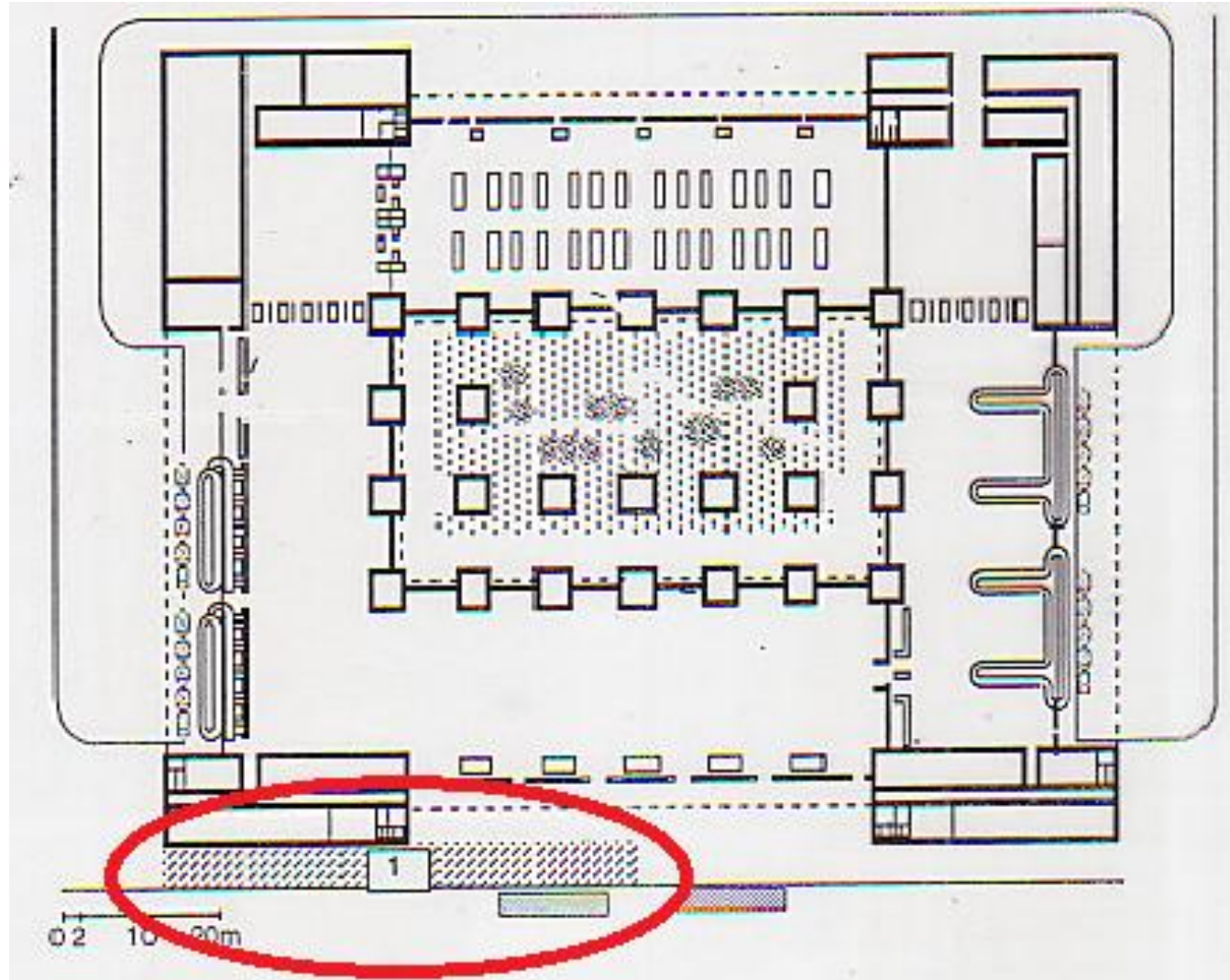
$$L = (a * p * l * t) / (60 * n)$$

**Suposições** e exemplo

e = 1.000 pax

p = 0,7

$$L = (1.000 * 0,7 * 6,5 * 1,5) / (60 * 1,7) =$$
$$L = 67 \text{ m (+ 10\%)}$$





## Saguão de público

- a pax embarcando hora-pico
- b pax transferência
- y tempo ocupado por pax – 20'
- s área por pax - 1,5 m<sup>2</sup>
- o acompanhantes por pax

$$A = s * (y/60) * 3 * [a*(1+o)+b]$$

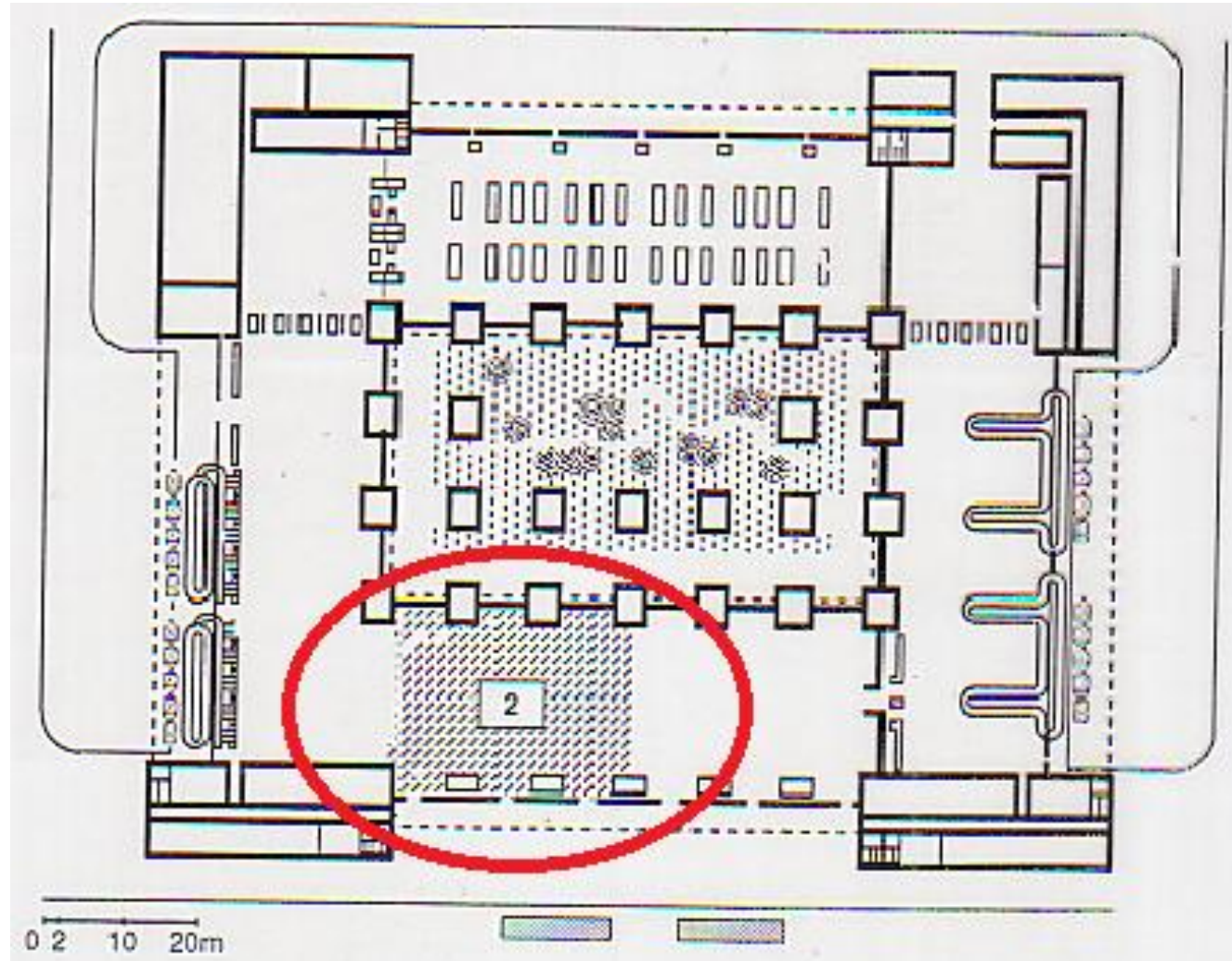
### Suposições e exemplo

- e = 1.000 pax
- b = 200 pax transferência
- o = 0,5

Área do saguão de público

$$A = 1,5 * (20/60) * 3 * [1000 * (1+1,5)+200]$$

$$A = 2.500 \text{ m}^2$$





## Área de filas de espera para aceitação (*check-in*)

- a pax embarcando hora-pico
- b pax transferência
- s área por pax - **1,5 m<sup>2</sup>**

$$A = s * (y/60) * 3 * [a*(1+o)+b]$$

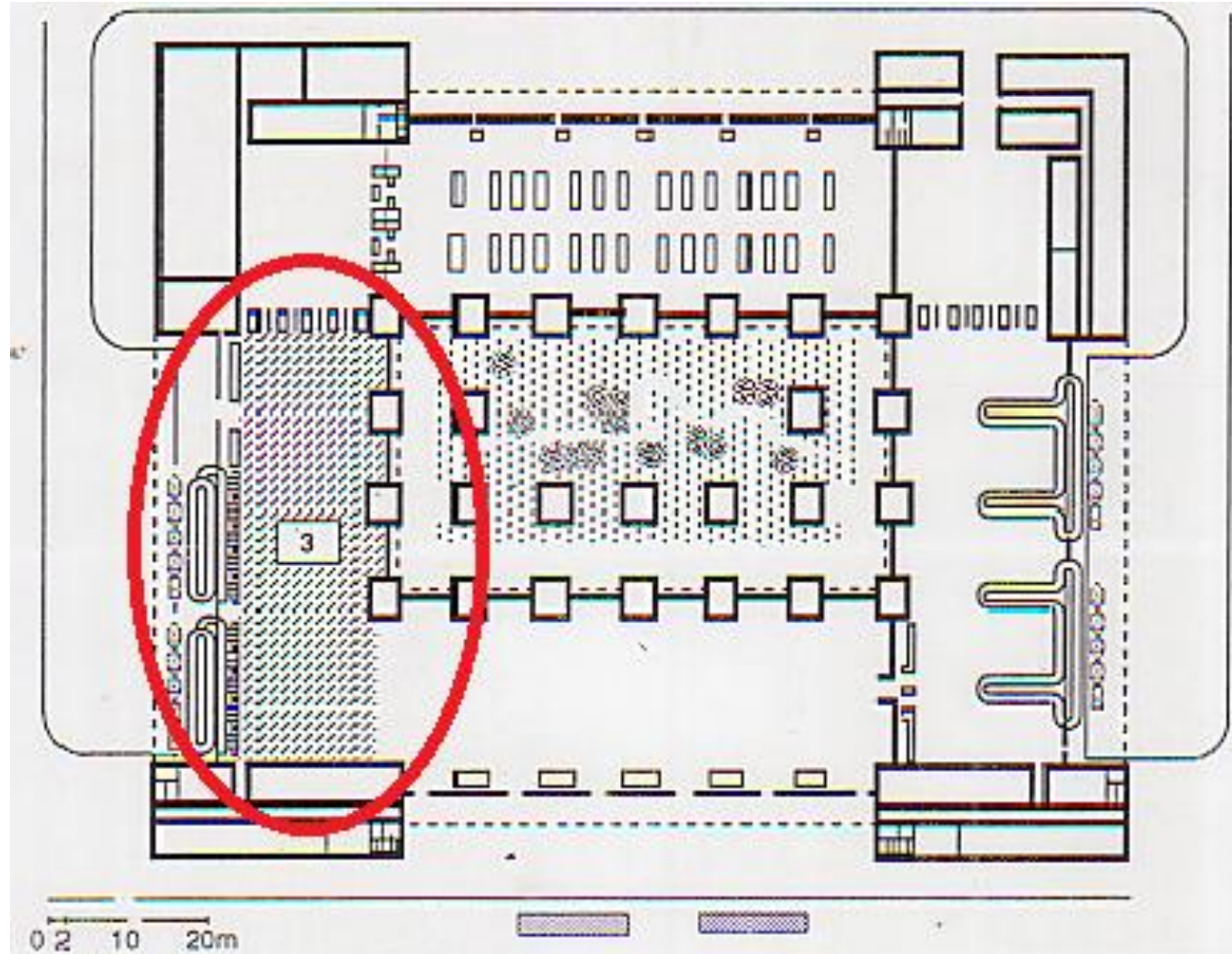
### Suposições e exemplo

- e = 1.000 pax
- b = 200 pax transferência
- o = 0,5

Área do saguão de público

$$A = 1,5 * (20/60) * 3 * [1000 * (1+1,5)+200]$$

$$A = 2.500 \text{ m}^2$$







## Balcões de aceitação (*check-in*)

- a pax embarcando hora-pico
- b pax transferência
- $t_1$  tempo de processamento pax

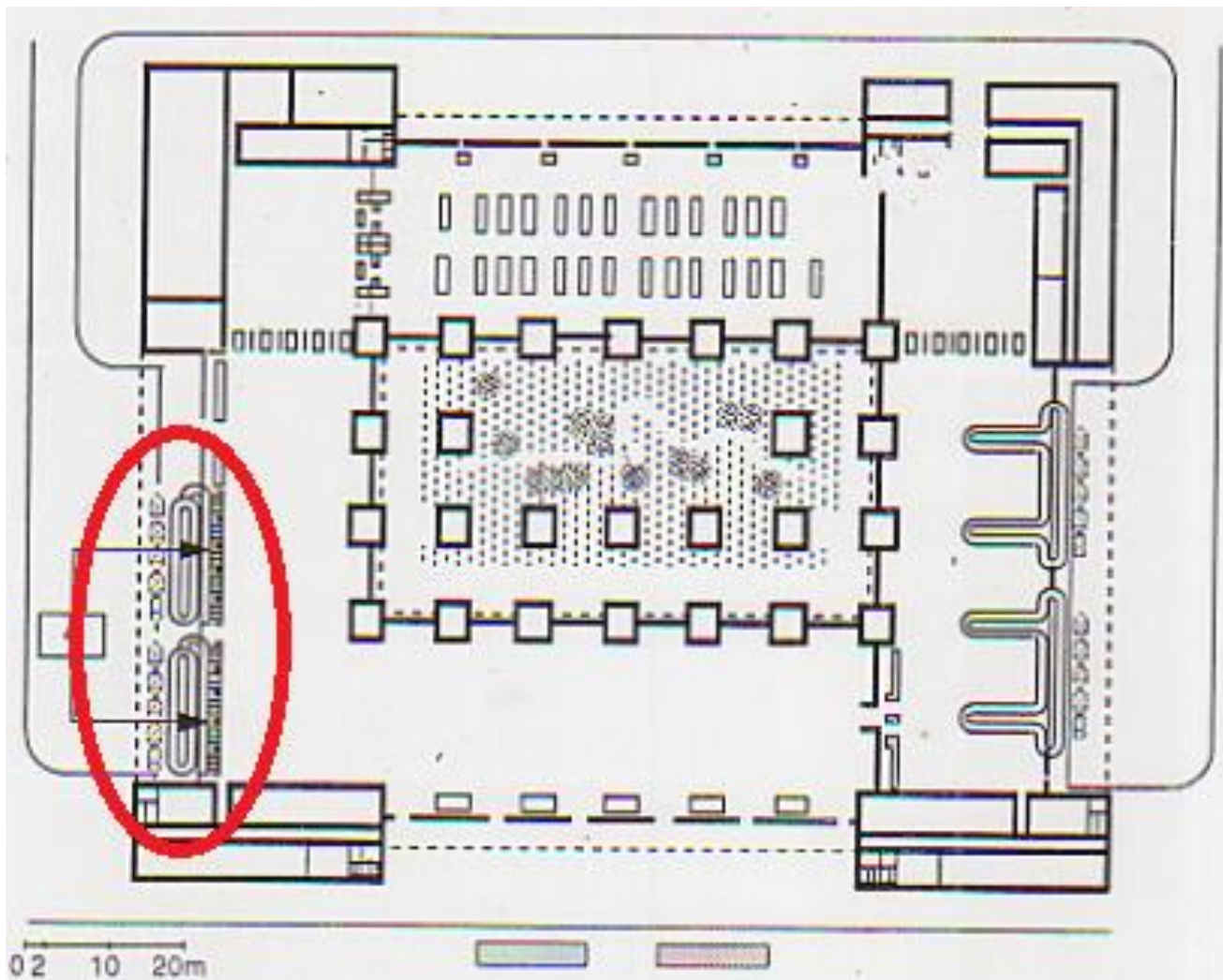
$$N = (a+b) * t_1 + 10\%$$

Exemplo

- e = 1.000 pax
- b = 200 pax transferência
- $t_1 = 2$  min

Número de balcões de aceitação  
(*check-in*)

$$N = (1.000+200) * (2/60)$$
$$N = 40 \rightarrow 44 \text{ balcões}$$





## Balcões de controle de passaportes

- a pax embarcando hora-pico
- b pax transferência
- $t_2$  tempo de processamento pax

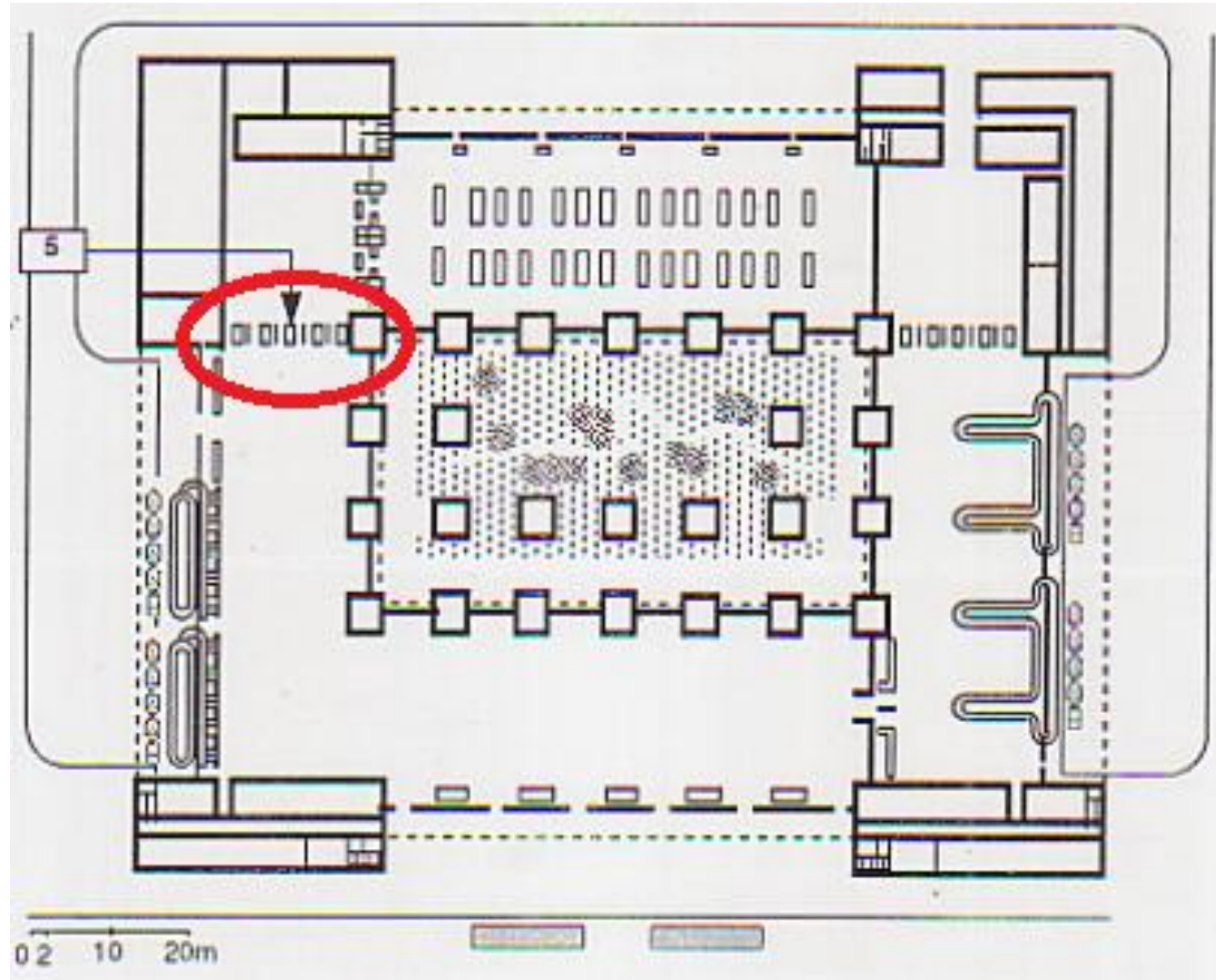
$$N = (a+b) * t_2 / 60 + 10\%$$

Exemplo

- e = 1.000 pax
- b = 200 pax transferência
- $t_1 = 0,3$  min

Número de balcões de controle de passaportes

$$N = (1.000+200) * (0,3/60)$$
$$N = 6 \rightarrow \sim 7 \text{ balcões}$$





## Balcões de controle de segurança

- a pax embarcando hora-pico
- b pax transferência
- y capacidade de bagagens por hora de cada unidade - **600**
- w número de bagagens por pax  
**2 peças**

$$N = (a+b) * w / y$$

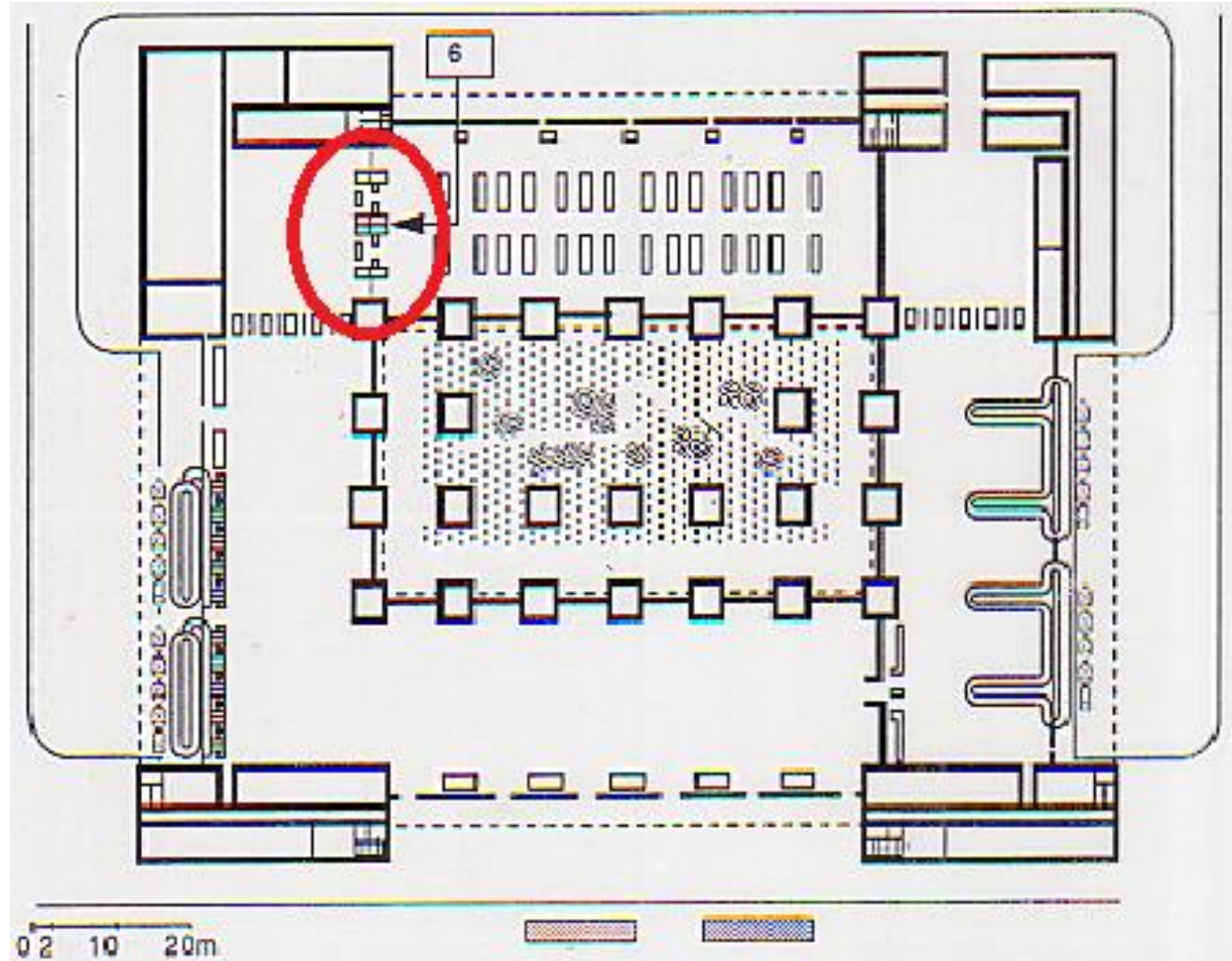
**Suposições** e exemplo

- e = 1.000 pax
- b = 200 pax transferência

Número de balcões de controle de segurança

$$N = (1.000+200) * 2 / 600$$

**N = 4 balcões**





## Saguão de passageiros

- c** pax embarcando hora-pico
- s** área por pax - **2 m<sup>2</sup>**
- u** tempo de ocupação de pax  
viagem longa - **50 min**
- v** tempo de ocupação de pax  
viagem curta - **30 min**
- l** % pax viagem longa - **60%**

$$A = s * c * (u * l + v * (1-l)) / 60$$

**Suposições** e exemplo

**e** = 1.500 pax

Número de balcões de controle  
de segurança

$$A = 2 * 1.500 * (50 * 0,6 + 30 * 0,4) / 60$$

$$A = 2.100 \text{ m}^2 \rightarrow 2.300 \text{ m}^2$$

