



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Disciplina: Avaliação de Desempenho
Prof: Mário Meireles

Trabalho de Simulação

Aeroporto

Maria Jucimara Pereira Ferreira

maria.jucimara@discente.ufma.br

dezembro 2022



Sumário

I - Problema

II - Parametrização

III - Métricas

IV - Experimentos

V - Conclusão



I - Problema

Modelar o tráfego de aeronaves em um aeroporto:

- Tão logo aparecem no horizonte, os aviões solicitam autorização de pouso em uma pista designada;
- Após o pouso, é opcional o procedimento de abastecimento do tanque de combustível;
- Em seguida, os aviões devem dirigir-se à área de embarque, utilizando um dos fingers disponíveis;
- Ao fim do embarque/desembarque, os aviões solicitam a decolagem em uma pista designada;



II - Parametrização

- Tempo de Simulação (horas);
- Número de aviões (inicial, no instante 0);
- Intervalo para surgirem novos aviões (tempo de spawn, minutos);
- Número de pistas;
- Número de fingers;
- Tempo de pouso;
- Tempo de decolagem;
- Tempo de embarque/desembarque;
- Tempo de abastecimento.



III - Métricas

- Quantidade de aviões atendidos pelo aeroporto
- Throughput (aviões/hora)
- Tempo médio do avião em solo
- Utilização das pistas
- Utilização dos fingers
- Tempo médio na fila de pouso
- Tempo médio na fila de abastecimento
- Tempo médio na fila de desembarque
- Tempo médio na fila de decolagem



IV - Experimentos - 1ª fase

Simule a atividade do aeroporto, inicialmente, com uma pista e duas pontes de desembarque, considerando uma carga baixa (poucos aviões chegando, intervalo entre aviões longos, procedimentos de desembarque e abastecimento ágeis).

A etapa de abastecimento, caso aconteça, introduzirá um tempo adicional na permanência do avião em solo.



IV - Experimentos - 1ª fase

Parâmetros da simulação (carga baixa):

- 1 pista e 2 fingers;
- Tempo de pouso = 7 min;
- Tempo de decolagem = 8 min;
- Tempo de embarque/desembarque = 4 min;
- Tempo de abastecimento = 3 min;
- Quantidade de aviões inicial = 3;
- Tempo de chegada/ spawn de novos aviões = 15 min



IV - Experimentos - 1ª fase

Carga de trabalho leve

- Quantidade de aviões inicial = 3
- Tempo de spawn de novos aviões = 15 min

Aviões atendidos pelo aeroporto:	95
Throughput do aeroporto (aviões/h):	3,96
Tempo médio no solo (min):	26,60
Utilização da pista 0:	0,46
Utilização do finger 0:	0,13
Utilização do finger 1:	0,13
Utilização da bomba:	0,13

Tempo médio na fila (min)	
Pistas:	19,86
Fingers:	0,00
Bomba:	0,00



IV - Experimentos - 1ª fase

Reduzindo o tempo de chegada dos aviões

->

Aumento na carga de trabalho

- Quantidade de aviões inicial = 3
- Tempo de chegada de novos aviões = 10 min

Aviões atendidos pelo aeroporto:	68
Throughput do aeroporto (aviões/h):	3,40
Tempo médio no solo (min):	169,7
Utilização da pista 0:	0,40
Utilização do finger 0:	0,11
Utilização do finger 1:	0,11
Utilização da bomba:	0,46

Tempo médio na fila (min)	
Pistas:	104,32
Fingers:	0,00
Bomba:	2,78



IV - Experimentos - 1ª fase

Variando o tempo de chegada

Tempo de chegada (min)	Aviões atendidos	Tempo em fila (pista)	Tempo em fila (finger)
20	60	2,12	0,00
19	64	2,44	0,00
18	68	3,12	0,00
17	70	3,88	0,00
16	74	5,76	0,00
15	79	24,67	0,00
14	54	43,79	0,00
13	75	56,71	0,00





IV - Experimentos - 1ª fase

Duplicando o número de pistas

Tempo de chegada (min)	Aviões atendidos	Throughput (aviões/h)	Tempo dos aviões em solo (min)	Tempo em fila (pista)	Tempo em fila (finger)	Tempo em fila (bomba)
20	61	3,05	13,44	0,06	0,00	0,57
19	64	3,20	12,44	0,05	0,00	0,00
18	68	3,40	14,19	0,08	0,00	0,00
17	72	3,60	12,03	0,20	0,00	0,21
16	76	3,80	14,75	0,32	0,00	0,60
15	79	3,95	15,39	0,40	0,00	1,68
14	86	4,30	16,30	0,49	0,00	4,69
13	92	4,60	15,35	0,58	0,00	3,98

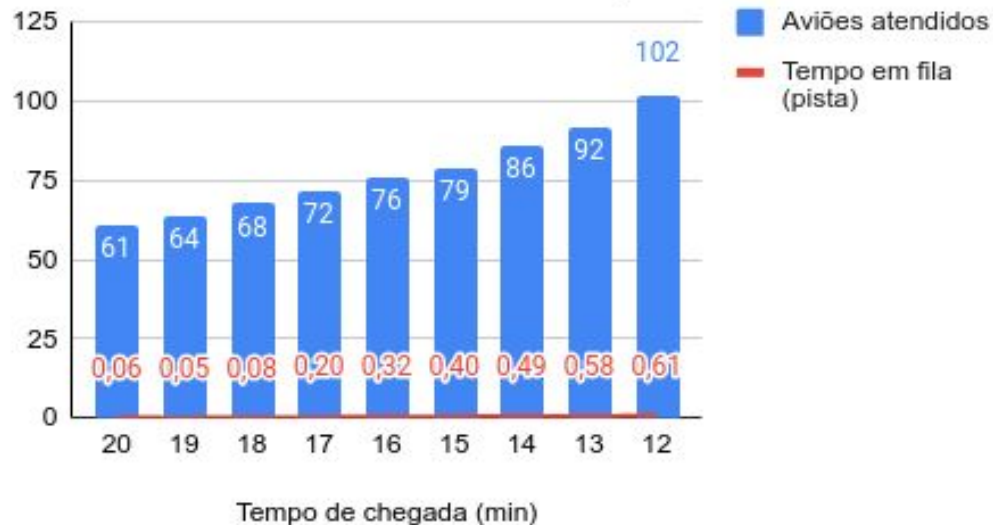


IV - Experimentos - 1ª fase

Melhor taxa de serviço

Tempo de chegada (min)	Aviões atendidos	Tempo em fila (pista)
20	61	0,06
19	64	0,05
18	68	0,08
17	72	0,20
16	76	0,32
15	79	0,40
14	86	0,49
13	92	0,58

Gráfico de Desempenho





IV - Experimentos - 2ª fase

Numa segunda fase, aumente a carga de trabalho (maior número de aviões, intervalo menor entre chegadas, desembarque e abastecimento demorados) e verifique os resultados.



IV - Experimentos - 2ª fase

Embarque e abastecimento mais demorados:

- 1 pista e 2 fingers;
- Tempo de pouso = 7 min;
- Tempo de decolagem = 8 min;
- Tempo de embarque/desembarque = 20 min;
- Tempo de abastecimento = 15 min;
- Quantidade de aviões inicial = 6;
- Tempo de chegada/ spawn de novos aviões = 20 min



IV - Experimentos - 2ª fase

Quantidade de aviões inicial = 6;

Tempo de chegada/ spawn de novos aviões = 20 min

Tempo médio na fila (min)	
Pistas:	5,75
Fingers:	0,51
Bomba:	0,34

Aviões atendidos pelo aeroporto:	75
Throughput do aeroporto (aviões/h):	3,12
Tempo médio no solo (min):	36,80
Utilização da pista 0:	0,43
Utilização do finger 0:	0,36
Utilização do finger 1:	0,53
Utilização da bomba:	0,51



IV - Experimentos - 2ª fase

Aumentando a qtd. de aviões -> Maior carga de trabalho

- 1 pista e 2 fingers;
- Tempo de pouso = 7 min;
- Tempo de decolagem = 8 min;
- Tempo de embarque/desembarque = 20 min;
- Tempo de abastecimento = 15 min;
- Quantidade de aviões inicial = 6;
- Tempo de chegada/ spawn de novos aviões = 20 a 12 min;



IV - Experimentos - 2ª fase

Mudando o tempo de chegada

Tempo de chegada (min)	Aviões atendidos	Throughput (aviões/h)	Tempo dos aviões em solo (min)	Tempo em fila (pista)	Tempo em fila (finger)	Tempo em fila (bomba)
20	63	3,15	38,70	6,11	0,81	0,02
19	67	3,35	37,79	7,64	0,34	0,41
18	69	3,45	40,06	67,72	0,80	1,48
17	73	3,65	46,29	9,82	0,82	6,70
16	77	3,85	47,35	13,08	1,14	4,02
15	78	3,90	63,59	30,25	2,65	2,44
14	76	3,80	91,08	51,11	1,26	11,77
13	73	3,65	119,66	79,83	1,64	3,23

IV - Experimentos - 2ª fase

Tempo de Chegada	Aviões atendidos	Tempo em fila (pista)	Tempo em fila (finger)
20	63	6,11	0,81
19	67	7,64	0,34
18	69	67,72	0,80
17	73	9,82	0,82
16	77	13,08	1,14
15	78	30,25	2,65
14	76	51,11	1,26
13	73	79,83	1,64
12	87	86,11	0,81





IV - Experimentos - 2ª fase

4 fingers

Tempo de Chegada	Aviões atendidos	Tempo em fila (pista)	Tempo em fila (finger)
20	64	6,53	0,00
19	66	6,30	0,00
18	72	10,78	0,00
17	77	17,21	0,00
16	76	59,92	0,00
15	73	85,18	0,00
14	76	59,32	0,00
13	74	73,14	0,00
12	72	100,94	0,00



IV - Experimentos - 2ª fase

Adicionando 1 pista

Tempo de Chegada	Aviões atendidos	Tempo em fila (pista)	Tempo em fila (finger)
20	64	0,49	1,30
19	67	0,34	0,33
18	71	0,35	1,39
17	73	0,33	1,45
16	78	0,53	1,63
15	83	0,52	2,58
14	89	0,48	2,98
13	94	0,39	2,23
12	102	0,52	3,77

Gráfico de Desempenho





V - Conclusão

Com base nos dois experimentos realizados, a pista é o gargalo do sistema (ponto crítico).

Reforma: Visando melhorar o baixo desempenho observado quando este opera com uma alta demanda de voos, o aeroporto deve aumentar sua estrutura física com uma segunda pista, pois essa é a melhor maneira de evitar a deterioração do sistema.

Se compararmos o número de fingers (2 para 4 fingers) com o número de pistas (1 para 2 pistas), a segunda é mais eficiente para atender a demanda.