

Simulação da rede de filas da clínica Dornesto Ernelles

Arthur Henz, Pablo Alles, Willian Albeche



Descrição da realidade a ser simulada

A casa de saúde do Dornesto Ernelles é uma clínica que atua realizando atendimento de pacientes com enfermidades e patologias por meio de consultas e exames clínicos. O edifício está sediado em Porto Alegre atendendo diversas pessoas que passam por dificuldades médicas na capital gaúcha. Dessa forma, buscando oferecer um serviço de consulta médica desde crianças até idosos.

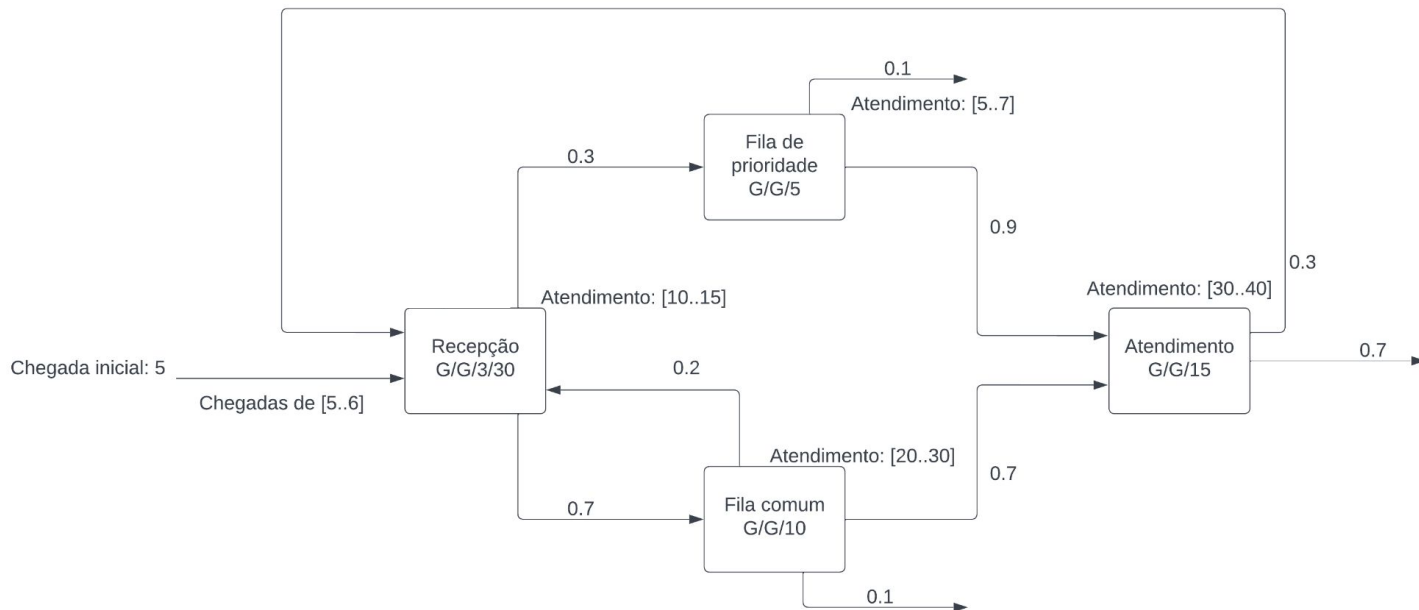


Filas do sistema da clínica

O hospital atualmente atua com as seguintes etapas para o atendimento de seus pacientes:

- Recepção : onde os pacientes chegam para verificar sua situação e como também podem agendar uma consulta;
- Fila de prioridade : onde pacientes que estão em situação muito crítica ou que são idosos ou gestantes esperam serem chamados ao atendimento;
- Fila comum : onde pacientes que estão com problemas não muito graves esperam serem chamados ao atendimento;
- Atendimento : fila na qual pacientes são atendidos;

Modelo da rede de filas



Resultados da simulação

```
*****
Queue: filaPrioridade (G/G/5)
Service: 5.0 ... 7.0
*****
```

| State | Time | Probability |
|-------|------------|-------------|
| 0 | 41392,1461 | 62,34% |
| 1 | 21429,2277 | 32,27% |
| 2 | 3346,2893 | 5,04% |
| 3 | 232,1958 | 0,35% |

Number of losses: 0

```
*****
Queue: filaComum (G/G/10)
Service: 20.0 ... 30.0
*****
```

| State | Time | Probability |
|-------|------------|-------------|
| 0 | 73,4587 | 0,11% |
| 1 | 1068,4443 | 1,61% |
| 2 | 4745,4636 | 7,15% |
| 3 | 13315,6958 | 20,05% |
| 4 | 19993,3579 | 30,11% |
| 5 | 17416,1595 | 26,23% |
| 6 | 8051,1801 | 12,13% |
| 7 | 1605,0705 | 2,42% |
| 8 | 127,4168 | 0,19% |
| 9 | 3,6116 | 0,01% |

Number of losses: 0

```
*****
Queue: recepcao (G/G/3/30)
Arrival: 5.0 ... 6.0
Service: 10.0 ... 15.0
*****
```

| State | Time | Probability |
|-------|------------|-------------|
| 0 | 5,0000 | 0,01% |
| 1 | 7,4856 | 0,01% |
| 2 | 43,0358 | 0,06% |
| 3 | 29,2713 | 0,04% |
| 4 | 5,8185 | 0,01% |
| 5 | 0,7494 | 0,00% |
| 6 | 15,0411 | 0,02% |
| 7 | 34,6405 | 0,05% |
| 8 | 61,1959 | 0,09% |
| 9 | 53,3496 | 0,08% |
| 10 | 70,8784 | 0,11% |
| 11 | 48,0461 | 0,07% |
| 12 | 14,9228 | 0,02% |
| 13 | 16,5366 | 0,02% |
| 14 | 9,8626 | 0,01% |
| 15 | 17,0215 | 0,03% |
| 16 | 48,8024 | 0,07% |
| 17 | 50,2542 | 0,08% |
| 18 | 21,5636 | 0,03% |
| 19 | 18,4326 | 0,03% |
| 20 | 24,6502 | 0,04% |
| 21 | 37,6517 | 0,06% |
| 22 | 47,6539 | 0,07% |
| 23 | 70,9023 | 0,11% |
| 24 | 183,9130 | 0,28% |
| 25 | 767,8149 | 1,16% |
| 26 | 2853,4833 | 4,30% |
| 27 | 8415,3366 | 12,67% |
| 28 | 19160,3296 | 28,86% |
| 29 | 22461,9292 | 33,83% |
| 30 | 11804,2854 | 17,78% |

Number of losses: 1899

Resultados da simulação

```
*****
Queue:  atendimento (G/G/15)
Service: 30.0 ... 40.0
*****
```

| State | Time | Probability |
|-------|------------|-------------|
| 0 | 51,0939 | 0,08% |
| 1 | 105,0319 | 0,16% |
| 2 | 528,5794 | 0,80% |
| 3 | 2237,5677 | 3,37% |
| 4 | 6218,2783 | 9,36% |
| 5 | 11203,2194 | 16,87% |
| 6 | 14981,5389 | 22,56% |
| 7 | 13932,0760 | 20,98% |
| 8 | 9554,7104 | 14,39% |
| 9 | 5055,2280 | 7,61% |
| 10 | 1932,3112 | 2,91% |
| 11 | 492,9416 | 0,74% |
| 12 | 91,9545 | 0,14% |
| 13 | 15,3277 | 0,02% |

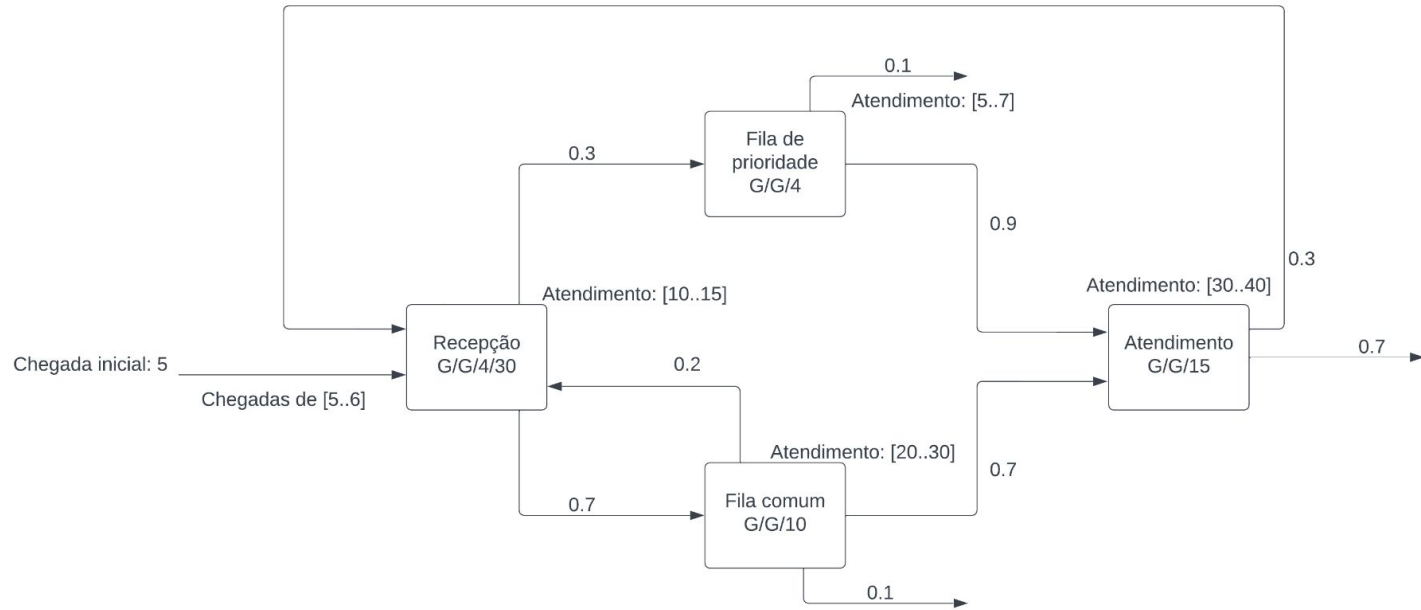
Number of losses: 0

```
=====
Simulation average time: 66399,8590
=====
```

Índices de desempenho

| | | | |
|---|-----------------------------|------------------|--------------------|
| $N = \sum_{i=1}^K (\pi_i \times i)$ | | Fila de recepção | Fila de prioridade |
| | População média (pacientes) | 28,2704 | 0,43 |
| $D = \sum_{i=1}^K (\pi_i \times \mu_i)$ | | | |
| | Vazão (pacientes/h) | 37,49 | 4,34 |
| $U = \sum_{i=1}^K \left(\pi_i \times \frac{\min(i, C)}{C} \right)$ | | | |
| | Utilização (%) | 99,94% | 8,68% |
| $W = \frac{N}{D}$ | | | |
| | Tempo de utilização (h) | 0,7541 | 0,099 |

Proposta de melhoria



Resultados da melhoria

Queue: filaPrioridade (G/G/4)

Service: 5.0 ... 7.0

| State | Time | Probability |
|-------|------------|-------------|
| 0 | 32369,9927 | 57,07% |
| 1 | 19844,8737 | 34,99% |
| 2 | 4117,9688 | 7,26% |
| 3 | 369,1212 | 0,65% |
| 4 | 13,5694 | 0,02% |

Number of losses: 0

Queue: filaComum (G/G/10)

Service: 20.0 ... 30.0

| State | Time | Probability |
|-------|------------|-------------|
| 0 | 44,8179 | 0,08% |
| 1 | 549,7077 | 0,97% |
| 2 | 2102,4671 | 3,71% |
| 3 | 6271,9020 | 11,06% |
| 4 | 12005,0878 | 21,17% |
| 5 | 14307,9972 | 25,23% |
| 6 | 11953,4689 | 21,08% |
| 7 | 6661,7370 | 11,75% |
| 8 | 2325,6217 | 4,10% |
| 9 | 432,7409 | 0,76% |
| 10 | 58,5281 | 0,10% |
| 11 | 1,4495 | 0,00% |

Number of losses: 0

Queue: recepcao (G/G/4/30)

Arrival: 5.0 ... 6.0

Service: 10.0 ... 15.0

| State | Time | Probability |
|-------|------------|-------------|
| 0 | 5,0000 | 0,01% |
| 1 | 142,9785 | 0,25% |
| 2 | 5489,0827 | 9,68% |
| 3 | 12006,8408 | 21,17% |
| 4 | 13346,4249 | 23,53% |
| 5 | 10139,4828 | 17,88% |
| 6 | 6546,4205 | 11,54% |
| 7 | 3992,0583 | 7,04% |
| 8 | 2420,4964 | 4,27% |
| 9 | 1495,3941 | 2,64% |
| 10 | 747,5480 | 1,32% |
| 11 | 262,0278 | 0,46% |
| 12 | 100,4232 | 0,18% |
| 13 | 15,4346 | 0,03% |
| 14 | 5,9134 | 0,01% |

Number of losses: 0

Resultados da melhoria

Queue: atendimento (G/G/15)

Service: 30.0 ... 40.0

| State | Time | Probability |
|-------|------------|-------------|
| 0 | 48,4508 | 0,09% |
| 1 | 43,4392 | 0,08% |
| 2 | 217,1576 | 0,38% |
| 3 | 812,3308 | 1,43% |
| 4 | 2349,0758 | 4,14% |
| 5 | 5094,2921 | 8,98% |
| 6 | 8278,7570 | 14,60% |
| 7 | 10598,1368 | 18,69% |
| 8 | 10601,3304 | 18,69% |
| 9 | 8675,0534 | 15,30% |
| 10 | 5374,6077 | 9,48% |
| 11 | 2920,6454 | 5,15% |
| 12 | 1114,3061 | 1,96% |
| 13 | 433,0078 | 0,76% |
| 14 | 124,0225 | 0,22% |
| 15 | 25,8714 | 0,05% |
| 16 | 4,7742 | 0,01% |
| 17 | 0,2668 | 0,00% |

Number of losses: 0

=====

Simulation average time: 56715,5258

=====

Comparação

Queue: recepcao (G/G/4/30)
Arrival: 5.0 ... 6.0
Service: 10.0 ... 15.0

| State | Time | Probability |
|-------|------------|-------------|
| 0 | 5,0000 | 0,01% |
| 1 | 142,9785 | 0,25% |
| 2 | 5489,0827 | 9,68% |
| 3 | 12006,8408 | 21,17% |
| 4 | 13346,4249 | 23,53% |
| 5 | 10139,4828 | 17,88% |
| 6 | 6546,4205 | 11,54% |
| 7 | 3992,0583 | 7,04% |
| 8 | 2420,4964 | 4,27% |
| 9 | 1495,3941 | 2,64% |
| 10 | 747,5480 | 1,32% |
| 11 | 262,0278 | 0,46% |
| 12 | 100,4232 | 0,18% |
| 13 | 15,4346 | 0,03% |
| 14 | 5,9134 | 0,01% |

Number of losses: 0

Queue: recepcao (G/G/3/30)
Arrival: 5.0 ... 6.0
Service: 10.0 ... 15.0

| State | Time | Probability |
|-------|------------|-------------|
| 0 | 5,0000 | 0,01% |
| 1 | 7,4856 | 0,01% |
| 2 | 43,0358 | 0,06% |
| 3 | 29,2713 | 0,04% |
| 4 | 5,8185 | 0,01% |
| 5 | 0,7494 | 0,00% |
| 6 | 15,0411 | 0,02% |
| 7 | 34,6405 | 0,05% |
| 8 | 61,1959 | 0,09% |
| 9 | 53,3496 | 0,08% |
| 10 | 70,8784 | 0,11% |
| 11 | 48,0461 | 0,07% |
| 12 | 14,9228 | 0,02% |
| 13 | 16,5366 | 0,02% |
| 14 | 9,8626 | 0,01% |
| 15 | 17,0215 | 0,03% |
| 16 | 48,8024 | 0,07% |
| 17 | 50,2542 | 0,08% |
| 18 | 21,5636 | 0,03% |
| 19 | 18,4326 | 0,03% |
| 20 | 24,6502 | 0,04% |
| 21 | 37,6517 | 0,06% |
| 22 | 47,6539 | 0,07% |
| 23 | 70,9023 | 0,11% |
| 24 | 183,9130 | 0,28% |
| 25 | 767,8149 | 1,16% |
| 26 | 2853,4833 | 4,30% |
| 27 | 8415,3366 | 12,67% |
| 28 | 19160,3296 | 28,86% |
| 29 | 22461,9292 | 33,83% |
| 30 | 11804,2854 | 17,78% |

Number of losses: 1899

Comparação

```
*****
Queue:  filaPrioridade (G/G/4)
Service: 5.0 ... 7.0
*****
```

| State | Time | Probability |
|-------|------------|-------------|
| 0 | 32369,9927 | 57,07% |
| 1 | 19844,8737 | 34,99% |
| 2 | 4117,9688 | 7,26% |
| 3 | 369,1212 | 0,65% |
| 4 | 13,5694 | 0,02% |

Number of losses: 0

```
*****
Queue:  filaPrioridade (G/G/5)
Service: 5.0 ... 7.0
*****
```

| State | Time | Probability |
|-------|------------|-------------|
| 0 | 41392,1461 | 62,34% |
| 1 | 21429,2277 | 32,27% |
| 2 | 3346,2893 | 5,04% |
| 3 | 232,1958 | 0,35% |

Number of losses: 0

Índices de desempenho da proposta de melhoria

| | | Fila de recepção | Fila de prioridade |
|---|-----------------------------|------------------|--------------------|
| $N = \sum_{i=1}^K (\pi_i \times i)$ | População média (pacientes) | 4,6403 | 0,5146 |
| $D = \sum_{i=1}^K (\pi_i \times \mu_i)$ | Vazão (pacientes/h) | 44,84 | 3,092 |
| $U = \sum_{i=1}^K \left(\pi_i \times \frac{\min(i, C)}{C} \right)$ | Utilização (%) | 76,67% | 12,885% |
| $W = \frac{N}{D}$ | Tempo de utilização (h) | 0.1 | 0.166 |



Conclusões finais

Houve uma melhora significativa no quesito de atendimento da recepção da clínica dado que o número de secretarias (servidores) não estava dando conta das filas que estavam se formando. Com isso, havendo diversas perdas de pacientes que em decorrência de não ter mais espaço terem ido procurar outra clínica. Apenas realocando alocando uma das pessoas que cuidava da fila de prioridade (subutilizada por ter muitos servidores nela) para a recepção foi o suficiente para resolver o gargalo existente.