

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Eduardo Jank Mossmann e Frederico Hansel dos Santos Gassen

**TRABALHO FINAL DE MODELAGEM E SIMULAÇÃO**

Santa Maria, RS  
2019

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>4</b>
<b>2 DESENVOLVIMENTO .....</b>	<b>5</b>
<b>3 CONCLUSÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>4 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>8</b>

## **1 INTRODUÇÃO**

A disciplina de Modelagem e Simulação tem como base ementária o estudo de modelagem de sistemas reais e como simulá-los computacionalmente. Para isso nos foi apresentado o software ARENA onde realizamos simulações a partir de dados de entrada e geramos resultados para analisarmos como seria o sistema na realidade. Como modelo de trabalho escolhido, optamos por uma simulação de uma praça de pedágio e para isso buscamos artigos com informações como duração média de pagamento, intervalo de chegada dos veículos e duração média na fila, necessárias para construir a simulação.

## 2 DESENVOLVIMENTO

Nosso modelo será baseado nas praças de pedágio da região santamariense, como o de Candelária, possuindo apenas dois guichês de atendimento em cada via e, assim como qualquer pedágio, aberto 24h/dia. Para a coleta de informações, utilizamos como base o artigo de pesquisa de Filho, Cruz e Sinay, com a informação principal de que a duração média de um pagamento é de 25,2 segundos. Com base nessas informações, geramos três conjuntos de valores aleatórios para o InputAnalyzer em um aplicativo implementado em Java:

- Tempo de atendimento de um cliente: valor aleatório entre 20 e 40 segundos. Foi escolhido esses intervalos para se aproximar dos 25,2 segundos de média, porém com uma amplitude até 40 segundos que é o tempo fora de horários de pico.
- Chegada dos clientes: valor aleatório entre 0 e 60 segundos, intervalos condizentes com a variação dos horários de pico durante o dia na região.
- Tempo de duração na fila de cada cliente: valor aleatório entre 20 segundos e 2 minutos.

	arrival_clients.txt					
1	0.701	0.590	0.990	0.814	0.264	
2	0.402	0.298	0.252	0.084	0.949	
3	0.723	0.273	0.566	0.638	0.332	
4	0.681	0.341	0.533	0.258	0.050	
5	0.723	0.551	0.776	0.683	0.326	
6	0.467	0.517	0.630	0.407	0.248	
7	0.032	0.632	0.697	0.140	0.099	
8	0.385	0.992	0.409	0.211	0.147	
9	0.508	0.636	0.436	0.346	0.096	
10	0.974	0.414	0.483	0.687	0.838	
11	0.587	0.368	0.007	0.092	0.920	
12	0.406	0.442	0.906	0.234	0.439	
13	0.141	0.111	0.980	0.434	0.880	
14	0.059	0.772	0.127	0.953	0.705	
15	0.203	0.570	0.371	0.872	0.552	
16	0.448	0.948	0.441	0.756	0.908	
17	0.437	0.502	0.650	0.620	0.718	
18	0.349	0.843	0.741	0.222	0.562	
19	0.742	0.489	0.150	0.325	0.198	
20	0.049	0.796	0.562	0.951	0.618	
21	0.224	0.417	0.553	0.499	0.860	
22	0.126	0.744	0.284	0.064	0.325	
23	0.303	0.326	0.618	0.414	0.244	
24	0.909	0.139	0.672	0.863	0.742	
25	0.850	0.443	0.541	0.660	0.785	
26	0.863	0.398	0.730	0.487	0.259	
27	0.859	0.226	0.464	0.609	0.949	
28	0.371	0.211	0.132	0.673	0.033	
29	0.396	0.415	0.130	0.071	0.861	
30	0.234	0.123	0.393	0.504	0.611	

Figura 2.1 – Valores aleatórios para a chegada dos clientes

Na linha temporal de nosso modelo, primeiramente ocorre a chegada do veículo. A partir daí, a simulação passa pela decisão "Não há fila". Caso houver fila, o carro passa pelo processo "Tempo de fila", onde foi colocado a distribuição gerada pelo InputAnalyzer.

Logo após esse processo, a simulação passa pela "Realização do atendimento" que possui a distribuição gerada pelos valores entre 20 e 40 segundos. Em seguida, o veículo passará pela catraca, com tempo constante de 4 segundos, finalizando no dispose "Saída do veículo".

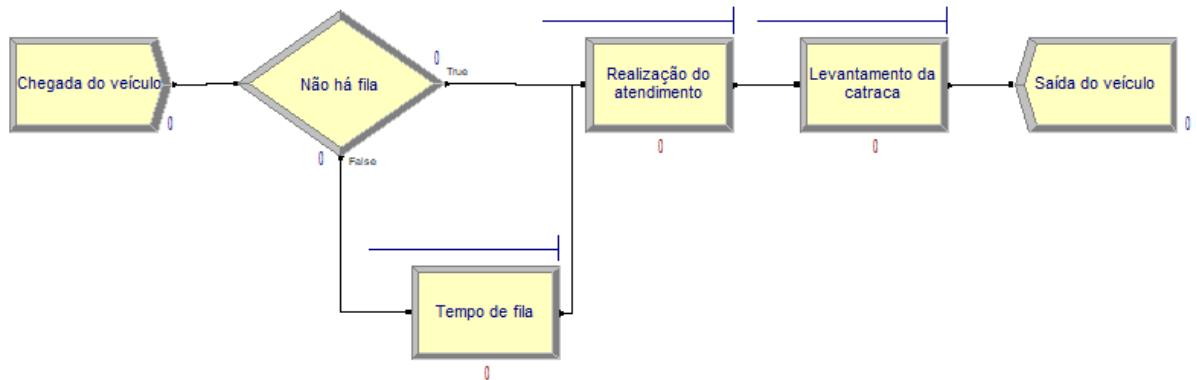


Figura 2.2 – Modelo construído no ARENA

### 3 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos no ARENA, podemos concluir:

- A fila de carros se manteve ocupada durante 71,04% do tempo.
- A catraca se manteve ocupada durante 13,16% do tempo.
- Tanto o funcionário 1 como o 2, responsáveis pela realização do pagamento no pedágio se mantiveram ocupados por 98,08%.
- Cerca de 44,4% tiveram de enfrentar a fila de carros para passar pelo pedágio.
- A média de tempo de espera para efetuar o pagamento no pedágio é em média 14,7 segundos.

VARIÁVEIS DISCRETAS

Identificador	Média	Meia Largura	Mínimo	Máximo	Valor Final
Entity 1.WIP	17.207	(Corr)	.00000	65.000	54.000
Fila de carros.NumberBusy	.71047	.05171	.00000	1.0000	1.0000
Fila de carros.NumberScheduled	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Fila de carros.Utilization	.71047	.05171	.00000	1.0000	1.0000
Catraca.NumberBusy	.13162	.00205	.00000	1.0000	.00000
Catraca.NumberScheduled	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Catraca.Utilization	.13162	.00205	.00000	1.0000	.00000
Funcionario 2.NumberBusy	.98081	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
Funcionario 2.NumberScheduled	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Funcionario 2.Utilization	.98081	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
Funcionario 1.NumberBusy	.98081	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
Funcionario 1.NumberScheduled	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Funcionario 1.Utilization	.98081	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
Levantamento da catraca.Queue.NumberInQueue	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
Realização do atendimento.Queue.NumberInQu	14.649	(Corr)	.00000	62.000	50.000
Tempo de fila.Queue.NumberInQueue	.73541	.19271	.00000	7.0000	2.0000

Figura 3.1 – Documento de saída da simulação

Caso estivéssemos realizando essa simulação visando a construção de um pedágio, podemos concluir que em quase três quartos do tempo houve fila no pedágio, porém essa fila dura apenas 14 segundos, o que são valores aceitáveis em um pedágio real. Isso nos mostra o quanto importante pode vir a ser o software Arena e a disciplina de Modelagem e Simulação, capaz de realizar simulações que demorariam horas para serem realizadas caso as fossem em seu meio real.

#### **4 REFERÊNCIAS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA (Santa Maria). **Normas ABNT/MDT.** Disponível em: <<https://www.ufsm.br/orgaos-suplementares/biblioteca/normas-abnt-mdt/>>. Acesso em: 06 dez. 2019.

FERREIRA FILHO, Altair dos Santos; CRUZ, Isolina; SINAY, Maria Cristina Fogliatti de. **Simulação de praças de pedágio via 'software' Arena.** 2005. Disponível em: <[http://rmct.ime.eb.br/arquivos/RMCT\\_3\\_quad\\_2005/simul\\_prac\\_pedagios\\_soft\\_arena.pdf](http://rmct.ime.eb.br/arquivos/RMCT_3_quad_2005/simul_prac_pedagios_soft_arena.pdf)>. Acesso em: 06 dez. 2019.