Escola de Engenharia
Departamento de Produção e Sistemas
Mestrado Integrado em Engenharia Informática
Elementos de Engenharia de Sistemas – Simulação

Projeto de Simulação em ARENA

"SASUM Eats"
Equipa n.º 44

Guilherme Rodrigues do Outeiro Cunha Marques, n.º a94984
Joana Catarina Veloso Branco, n.º a96584
José Rafael Cruz Ferreira, n.º a97642
Milena Figueira de Araújo Carreira, n.º a95062

António Vieira, Filipa Rocha, e Marcelo Henriques
Braga, novembro de 2020

Índice

Resumo 4

1 Introdução 6

1.1. Enunciado de Projeto: "SASUM Eats" 6

1.2. Objetivos do Projeto 6

2 Modelo do Projeto 7

3 Análise do Projeto 11

4 Conclusões 15

5 Autoavaliação 16

6 Identificação 17

Índice de figuras

Figura 1 – Modelo de Simulação SASUM Eats 4
Figura 2 – Primeira Etapa da Simulação 7
Figura 3 – Bloco "ASSIGN" (quant_doses) 7
Figura 4 – Segunda Etapa de Simulação 8
Figura 5 – Bloco "HOLD" (espera_forno) 8
Figura 6 – Bloco "BATCH" (junta_doses) 9
Figura 7 – Terceira Etapa de Simulação 9
Figura 8 – Bloco "REQUEST" (requisicao_de_estafeta) 10
Figura 9 – Bloco "RECORD" (regista_tempo_c) 10
Figura 10 – Condições dos diferentes cenários 11
Figura 11 – Entidades do 1º cenário 11
Figura 12 – Filas do 1º cenário 11
Figura 13 – Recursos do 1º cenário 12
Figura 14 – Duração dos pedidos do 1º cenário 12
Figura 15 – Entidades do 2º cenário 12
Figura 16 – Filas do 2º cenário 12
Figura 17 – Recursos do 2º cenário 13
Figura 18 – Duração dos pedidos do 2º cenário 13
Figura 19 – Entidades do 3º cenário 13
Figura 20 – Filas do 3º cenário 13
Figura 21 – Recursos do 3º cenário 14
Figura 22 – Duração dos pedidos do 3º cenário 14

Índice de tabelas

Tabela 1 – Autoavaliação da Equipa 44 16

Resumo

O presente documento contém o relatório sobre o projeto de simulação em arena “SASUM Eats” da equipa nº 44, assim como a autoavaliação do grupo.

O “SASUM Eats” consiste num novo serviço de entrega de refeições na Universidade do Minho. Neste serviço os clientes podem encomendar as suas refeições por telemóvel e pela internet.

A entrega dos pedidos é feita por estafetas que entregam os pedidos ao cliente e depois voltam para a Universidade do Minho, porém se um cliente assim o preferir este pode fazer o levantamento da sua encomenda na Universidade do Minho.

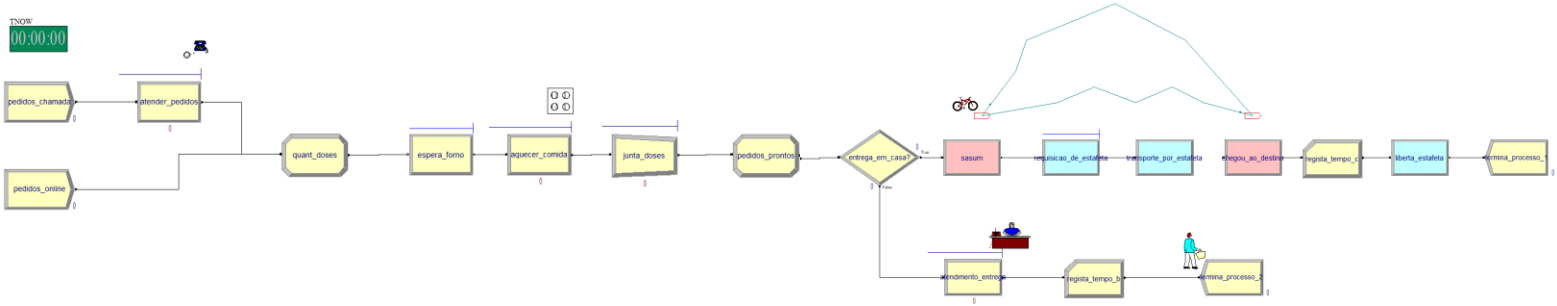

Figura 1 – Modelo de Simulação SASUM Eats

De forma sugestiva, foram aplicados ao modelo alguns recursos tais como:

- O atendedor de chamadas;
- O forno para aquecer as refeições;
- O funcionário que entrega as refeições dos clientes que vão às instalações da U.M.;
- As bicicletas, que representam o transporte por estafetas.

Após o registo dos pedidos por chamada e via Internet decorre uma espera com o intuito de levar para aquecimento as doses de comida relativas aos mesmos pedidos, evitando que se aqueçam doses dos mesmos clientes em tempos separados.

Após o aquecimento juntam-se as doses por pedido (através de um “BATCH” – “junta_doses”) para posteriormente se decidir se a entrega se efetua recorrendo aos estafetas requisitados ou para se entregarem ao cliente diretamente no balcão do SASUM se este assim o decidir.

1 Introdução

1.1 Enunciado de Projeto: "SASUM Eats"

Neste projeto pretende-se simular o funcionamento de um novo serviço de entrega de refeições na Universidade do Minho, utilizando para a implementação o *software* ARENA.

Considera-se um serviço onde os clientes efetuam pedidos de doses pelo telefone ou pela *Internet*, e recebem as doses no seu domicílio ou, se assim escolherem, estes podem fazer o levantamento do pedido em loja.

O registo das encomendas por telefone é feito por um funcionário.

Existe um forno com uma capacidade de aquecer cinco doses em simultâneo, para que a comida chegue quente ao destino.

Para a entrega existe um conjunto de estafetas, com a respetiva bicicleta, que transporta o pedido (até cinco doses de uma vez) até ao cliente, e, após a entrega, regressa à Universidade do Minho.

1.2 Objetivos do Projeto

Estabeleceram-se objetivos para o tempo médio de entrega das doses, que neste projeto é inferior a 40 minutos, desde o momento em que o cliente faz o seu pedido até à chegada das doses ao cliente.

O tempo médio de espera de cada dose pelo transporte, após aquecimento, também não excede os 15 minutos, de maneira a que esta chegue ao seu destino ainda quente.

Também é como objetivo estudar todos os aspetos relacionados com o normal funcionamento do sistema, com vista à sua otimização nas condições indicadas (custo mínimo total com os colaboradores e equipamentos).

2 Modelo do Projeto

Na primeira etapa, há entrada de pedidos tanto por chamadas como online. Um funcionário presta atendimento às chamadas, no entanto, devido à grande afluência torna-se impossível o atendimento imediato formando uma fila de espera.

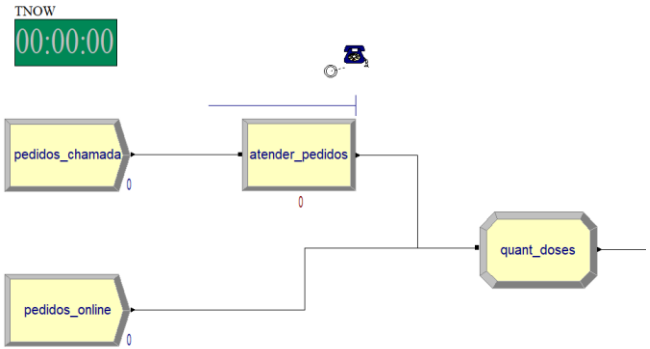

Figura 2 – Primeira Etapa da Simulação

O bloco “ASSIGN” atribui uma senha (Variável) a cada pedido registando a quantidade de doses (Atributo) pedida. É aplicada ao atributo a função discreta que tem por objetivo associar a diferentes pedidos uma probabilidade referente à quantidade de doses.

Para além disto, é usada uma expressão que regista o tempo no momento atual de simulação para posteriormente usando o “RECORD” determinar o espaço de tempo em que cada pedido permanece na simulação até o momento de entrega.

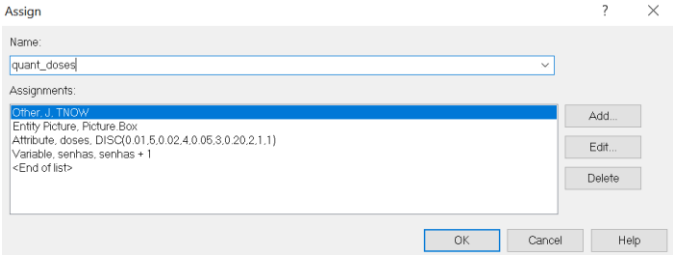

Figura 3 – Bloco “ASSIGN” (quant_doses)

Nesta segunda fase da simulação, foi usado o bloco "HOLD" (espera_forno) para que as diferentes doses de cada pedido entrem somente quando o recurso forno esteja livre de modo que as doses do mesmo pedido sejam aquecidas ao mesmo tempo.

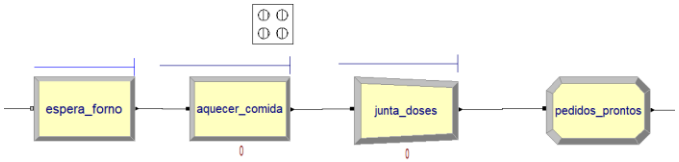

Figura 4 – Segunda Etapa da Simulação

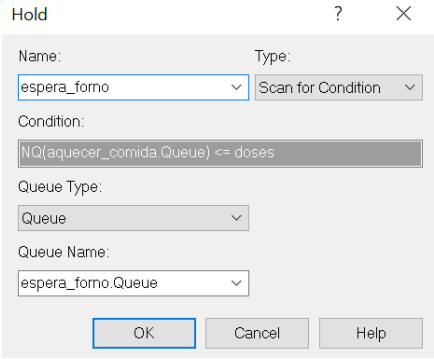

Figura 5 – Bloco "HOLD" (espera_forno)

Quando o forno estiver desimpedido para a introdução de um novo pedido, é então aquecido e após isso usa-se o bloco "BATCH", com o tipo permanente para juntar as doses do mesmo pedido que possibilita a posterior entrega de cada pedido.

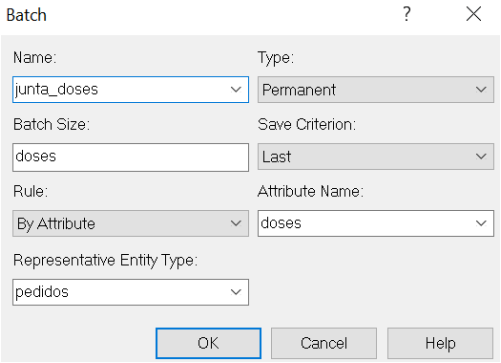

Figura 6 – Bloco “BATCH” (junta_doses)

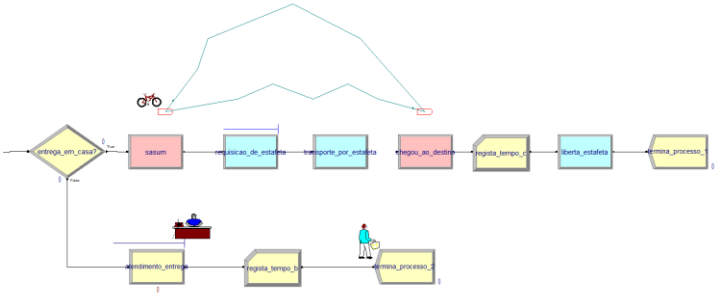

Figura 7 – Terceira Etapa da Simulação

Na última etapa, os pedidos podem ser entregues ao domicílio ou então aos clientes que se dirijam às instalações. Ao bloco “DECIDE” foi-lhe atribuído uma percentagem de 75% para os clientes que preferem a sua encomenda transportada por um estafeta. Contrariamente, a estes últimos, o pedido é entregue ao balcão por um funcionário.

Quando a comida é transportada por estafetas, estes percorrem o caminho da “STATION” (sasum) até ao destino “STATION” (chegou_ao_destino). Nem sempre os estafetas estão disponíveis por isso é preciso fazer requisição dos mesmos através do bloco “REQUEST”.

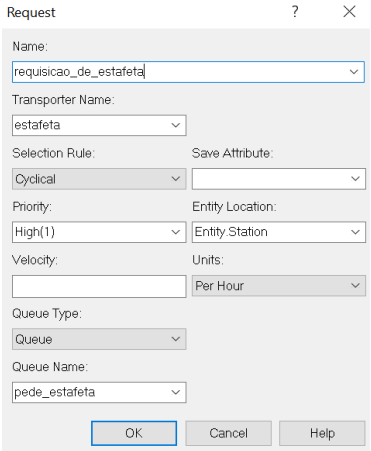

Figura 8 – Bloco “REQUEST” (requisicao_de_estafeta)

O percurso efetuado pelos estafetas entre as instalações e o destino está associado ao bloco “TRANSPORT”.

Antes do término do projeto são usados dois blocos “RECORD” que associados ao registador de tempo “J” determinam o intervalo de tempo desde o registo do pedido até à sua entrega.

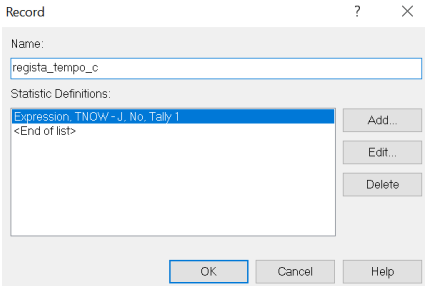

Figura 9 – Bloco “RECORD” (regista_tempo_c)

Por último, após a entrega é necessário libertar o estafeta deste processo recorrendo-se por isso ao bloco “FREE”.

Para dar como concluída a simulação foram usados dois blocos “DISPOSE”.

3 Análise do Projeto

Com o objetivo de otimizar o sistema realizou-se diferentes cenários, não tendo sido possível efetuar com outras condições que seriam desejáveis para uma análise melhorada devido, ao facto, de haver um limite de 150 entidades por entrada e, portanto, apenas se conseguiu simular alguns sob as seguintes condições:

Cenários	Number of Replications	Warm Up period	Replication Length	Hours per Day
1º	60	9	21	24
2º	60	12	14	24
3º	60	19	21	24

Figura 10 – Condições dos diferentes cenários

A partir deste ponto, apresentar-se-á os dados obtidos a partir de cada um dos cenários, refletindo no final (na Conclusão) alguns parâmetros que podiam ser melhorados por forma a obter uma maior eficácia.

Cenário 1

Dados das entidades:

Unnamed Project — Replications: 60

Replication 1 — Start Time: 9,00 — Stop Time: 21,00 — Time Units: Hours

Entity Detail Summary

Time

	NVA Time	Other Time	Total Time	Transfer Time	VA Time
pedidos	0.00	0.00	0.78	0.13	0.22
Total	0.00	0.00	0.78	0.13	0.22

Other

	Number In	Number Out
pedidos	718	703
Total	718	703

Figura 11 – Entidades do 1º cenário

Dados sobre as filas de espera:

Unnamed Project — Replications: 60

Replication 1 — Start Time: 9,00 — Stop Time: 21,00 — Time Units: Hours

Queue Detail Summary

Time

	Waiting Time
aquecer_comida.Queue	0.04
atender_pedidos.Queue	0.67
atendimento_entrega.Queue	0.27
espera_forno.Queue	0.05
junta_doses.Queue	0.18
pede_estafeta	0.00

Other

	Number Waiting
aquecer_comida.Queue	1.26
atender_pedidos.Queue	3.98
atendimento_entrega.Queue	1.97
espera_forno.Queue	1.66
junta_doses.Queue	3.94
pede_estafeta	0.03

Figura 12 – Filas do 1º cenário

Dados sobre os recursos:

Unnamed Project Replications: 60

Replication 1 Start Time: 9,00 Stop Time: 21,00 Time Units: Hours

Resource Detail Summary

Usage

	Inst Util	Num Busy	Num Sched	Num Seized	Sched Util
Atendedor	0,92	0,92	1,00	77,00	0,92
Atendedor_bak	0,83	0,83	1,00	81,00	0,83
forno	0,87	4,36	5,00	377,00	0,87

Figura 13 – Recursos do 1º cenário

Dados entre a receção de pedidos e a entrega:

Unnamed Project Replications: 60

Replication 1 Start Time: 9,00 Stop Time: 21,00 Time Units: Hours

Tally

Expression	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Tally 1	0.5369	(Insufficient)	0.02539119	1.0773
Tally 2	0.5856	(Insufficient)	0.02170860	1.0877

Other

None	Value
None	0

Figura 14 – Duração dos pedidos do 1º cenário

Cenário 2

Dados das entidades:

Replication 1 Start Time: 12,00 Stop Time: 14,00 Time Units: Hours

Entity Detail Summary

Time

	NVA Time	Other Time	Total Time	Transfer Time	VA Time
pedidos	0.00	0.00	0.68	0.12	0.22
Total	0.00	0.00	0.68	0.12	0.22

Other

	Number In	Number Out
pedidos	116	129
Total	116	129

Figura 15 – Entidades do 2º cenário

Dados sobre as filas de espera:

Replication 1 Start Time: 12,00 Stop Time: 14,00 Time Units: Hours

Queue Detail Summary

Time

	Waiting Time
aquecer_comida.Queue	0.05
atender_pedidos.Queue	1.49
atendimento_entrega.Queue	0.20
espera_forno.Queue	0.04
junta_doses.Queue	0.01
pede_estafeta	0.00

Other

	Number Waiting
aquecer_comida.Queue	1.44
atender_pedidos.Queue	6.02
atendimento_entrega.Queue	1.49
espera_forno.Queue	1.26
junta_doses.Queue	1.83
pede_estafeta	0.03

Figura 16 – Filas do 2º cenário

Dados sobre os recursos:

Replication 1 Start Time: 12,00 Stop Time: 14,00 Time Units: Hours

Resource Detail Summary

Usage

	Inst Util	Num Busy	Num Sched	Num Seized	Sched Util
Atendedor	1,00	1,00	1,00	11,00	1,00
Atendedor_bal	0,96	0,96	1,00	17,00	0,96
forno	0,92	4,59	5,00	65,00	0,92

Figura 17 – Recursos do 2º cenário

Dados entre a receção de pedidos e a entrega:

Replication 1 Start Time: 12,00 Stop Time: 14,00 Time Units: Hours

Tally

Expression	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Tally 1	0.5625	(Insufficient)	0.1274	1.0762
Tally 2	0.6356	(Insufficient)	0.1140	1.0877

Figura 18 – Duração dos pedidos do 2º cenário

Cenário 3

Dados das entidades:

Unnamed Project Replications: 60

Replication 1 Start Time: 19,00 Stop Time: 21,00 Time Units: Hours

Entity Detail Summary

Time

	NVA Time	Other Time	Total Time	Transfer Time	VA Time
pedidos	0.00	0.00	1.03	0.12	0.25
Total	0.00	0.00	1.03	0.12	0.25

Other

	Number In	Number Out
pedidos	111	88
Total	111	88

Figura 19 – Entidades do 3º cenário

Dados sobre as filas de espera:

Unnamed Project Replications: 60

Replication 1 Start Time: 19,00 Stop Time: 21,00 Time Units: Hours

Queue Detail Summary

Time

	Waiting Time
aquecer_comida.Queue	0.02
atender_pedidos.Queue	0.15
atendimento_entrega.Queue	0.68
espera_forno.Queue	0.01
junta_doses.Queue	0.43
pede_estafeta	0.00

Other

	Number Waiting
aquecer_comida.Queue	0.64
atender_pedidos.Queue	1.34
atendimento_entrega.Queue	4.83
espera_forno.Queue	0.35
junta_doses.Queue	2.71
pede_estafeta	0.00

Figura 20 – Filas do 3º cenário

Dados sobre os recursos:

Unnamed Project Replications: 60

Replication 1 Start Time: 19,00 Stop Time: 21,00 Time Units: Hours

Resource Detail Summary

Usage

	Inst Util	Num Busy	Num Sched	Num Seized	Sched Util
Atendedor	0,81	0,81	1,00	16,00	0,81
Atendedor_bak	0,99	0,99	1,00	12,00	0,99
forno	0,76	3,82	5,00	58,00	0,76

Figura 21 – Recursos do 3º cenário

O cenário 1 representa um período de trabalho para todo o dia considerando um horário entre as 9/21 horas.

O cenário 2 serve para o estudo desde as 12 horas até as 14 horas, ou seja, engloba o período de almoço.

Por fim, o cenário 3 revela-nos os dados em relação à fase de jantar.

Dados entre a receção de pedidos e a entrega:

Unnamed Project Replications: 60

Replication 1 Start Time: 19,00 Stop Time: 21,00 Time Units: Hours

Tally

Expression	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Tally 1	0.5039	(Insufficient)	0.02539119	1.0503
Tally 2	0.7182	(Insufficient)	0.2919	0.9988

Figura 22 – Duração dos pedidos do 3º cenário

4 Conclusões

Observando os dados dos três cenários, sugere-se para uma otimização deste modelo colocar nos horários de maior afluência (representados pelos cenários 2 e 3) um funcionário em regime part-time, dado o facto de as taxas de utilização dos atendedores serem elevadas e, considerando que estes trabalham todo o horário torna-se impossível desempenhar as funções corretamente durante todo esse tempo.

Além disso, este funcionário podia contribuir para a limpeza e higienização do estabelecimento e do forno.

5 Autoavaliação

Na Tabela 1, abaixo, está enumerado cada membro da Equipa 44 e detalha a autoavaliação do grupo, de forma global e individual.

Tabela 1 – Autoavaliação da Equipa 44

Número	Nome	Avaliação Global	Modificação	Avaliação Individual
A94984	**Guilherme**	15	+ 0	15
A96584	**Joana**		+ 0,2	15,2
A97642	**J. Rafael**		+ 0	15
A95062	**Milena**		- 0,2	14,8

Observação: Esta avaliação não é totalmente justa para alguns membros do grupo por causa de problemas de internet, comunicação, etc.

6 Identificação

Guilherme Outeiro

guylherme.viseu@gmail.com

Nasceu no dia 27/10/2002 em Viseu. Frequentou, entre outras, a Escola Básica Secundária Professor António da Natividade.
Hobbies: Tocar guitarra, ver filmes/séries, ouvir música e jogar consola.
Áreas de interesse: Música, Multimédia e tecnologia.

Joana Branco

joanabranco.23@gmail.com

Nasceu no Porto a 23/01/2002. Frequentou a Escola Secundária de Marco de Canaveses. Hobbies: ver filmes e séries, ouvir música e praticar desporto.
Grandes interesses na área da ciência, tecnologia mas também, multimédia.

José Rafael Ferreira

rafacferreira2002@gmail.com

Nasceu no dia 11/12/2002... É de Lousada ... Frequentou a Escola Básica e Secundária Dr. Mário Fonseca ... Hobbies: Ouvir música, ver filmes e séries, ler notícias, nomeadamente, sobre política, ciência e tecnologia.

Milena Carreira

mimicarreira13@hotmail.com

Nasceu no dia 13/03/2002 no Funchal, Madeira. Frequentou a Escola Secundária Francisco Franco. Hobbies: Ver filmes/séries, ouvir música, tocar guitarra, ler notícias/ver programas relacionados com tecnologia Áreas de interesse: Inteligência Artificial, Multimédia e Audiovisuais, Redes e Segurança Informática.