



Sistemas de Apoio à Decisão

Cap. 4 - Simulação

Aula 3

M Cândida Mourão
cmourao@iseg.ulisboa.pt

•50




Simulação – Exemplo 4 - TPC

Num dos serviços de uma estação dos CTT existem 2 balcões para atender os clientes. A chegada destes segue uma distribuição Poisson de média 10 por hora, contudo, 20% dos clientes desistem ao fim de 15 min de espera. O tempo de atendimento em cada um dos diferentes balcões é idêntico, podendo ser aproximado por uma v.a. Exponencial de média 20 minutos por cliente.

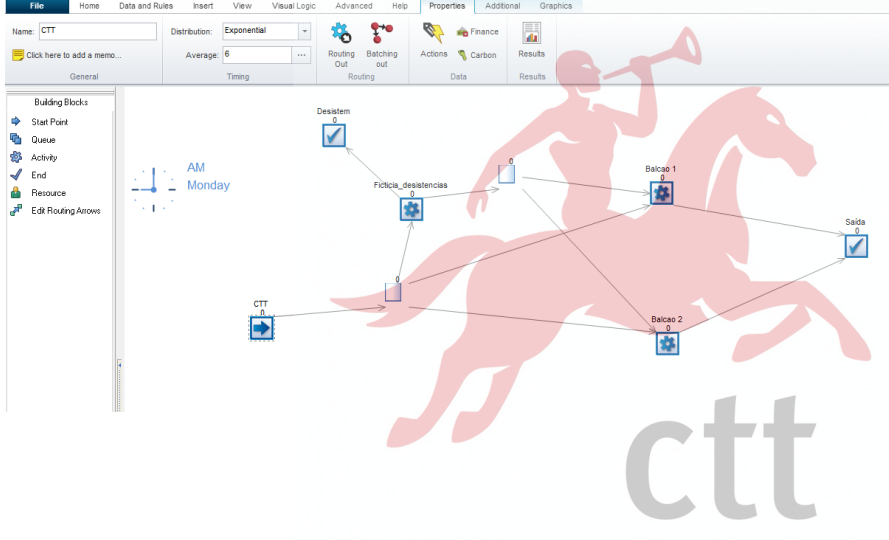
Utilize o [SIMUL8](#) para simular o funcionamento do sistema durante uma semana, de forma a saber:

- o tempo médio de espera dos clientes;
- a % de tempo durante a qual os balcões estarão desocupados;
- compare o funcionamento do atual sistema com outro em que considera: i) mais um balcão; ii) menos um balcão;
- proponha a melhor alternativa de funcionamento.

•51




Simulação – Exemplo 4

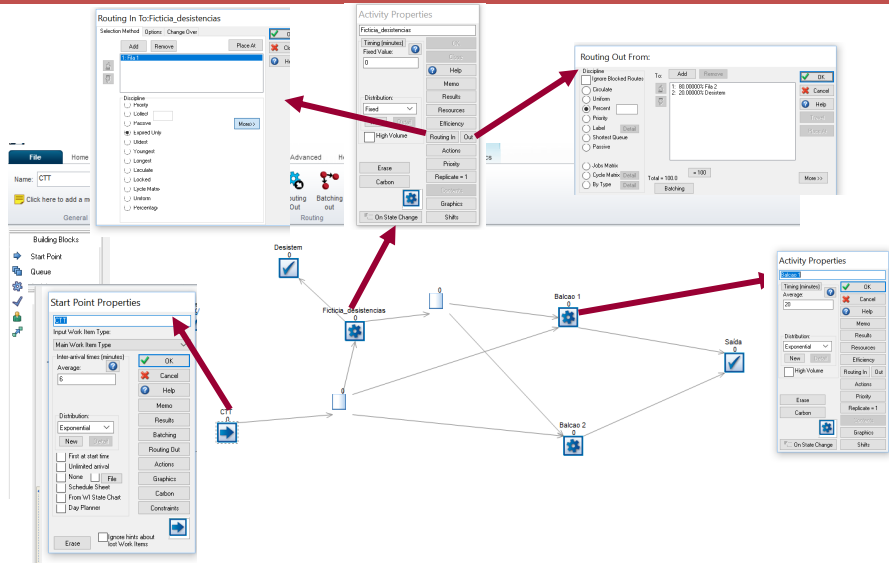


2019/20 - Simulação M Cândida Mourão 52

•52




Simulação – Exemplo 4

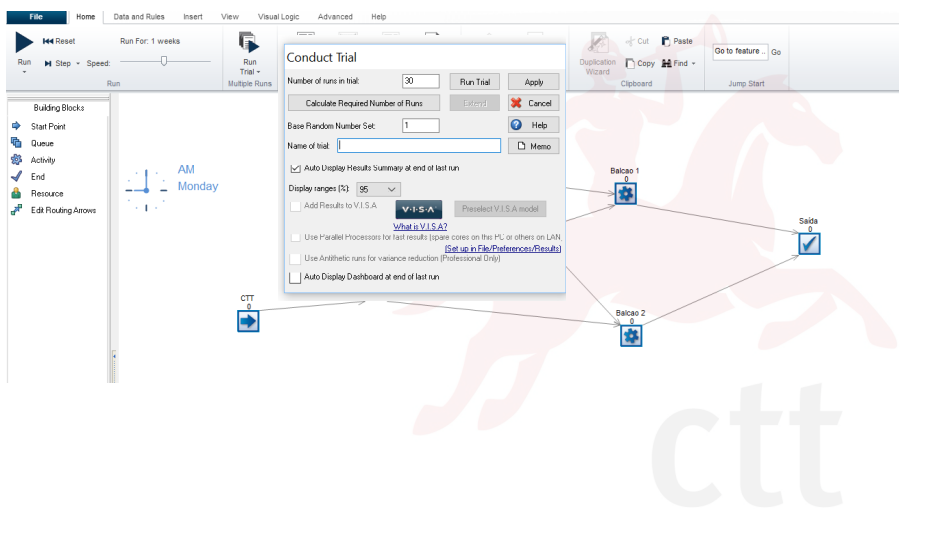


2019/20 - Simulação M Cândida Mourão 53

•53




Simulação – Exemplo 4

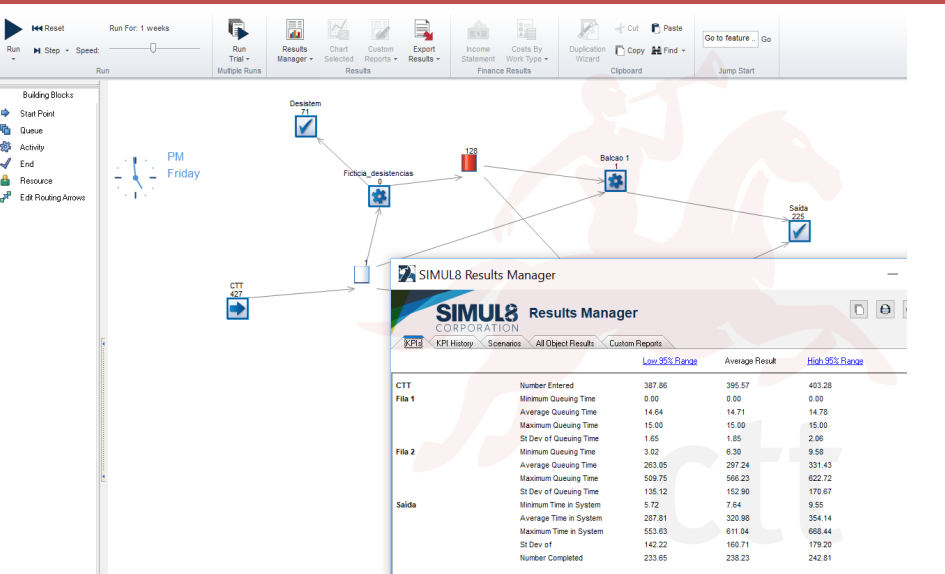


2019/20 - Simulação M Cândida Mourão 54

•54



Simulação – Exemplo 4 a) e b)



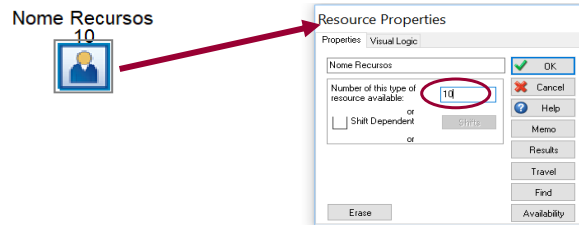
		Low 95% Range	Average Result	High 95% Range
CTT	Number Entered	387.06	395.57	403.28
Fila 1	Minimum Queuing Time	0.00	0.00	0.00
	Average Queuing Time	14.64	14.71	14.78
	Maximum Queuing Time	15.00	15.00	15.00
Fila 2	St Dev of Queuing Time	1.65	1.65	2.06
	Minimum Queuing Time	3.82	6.30	9.58
	Average Queuing Time	263.05	297.24	331.43
Saída	Maximum Queuing Time	509.75	569.23	622.72
	St Dev of Queuing Time	135.12	152.90	170.67
	Minimum Time in System	5.72	7.64	9.55
Saída	Average Time in System	207.81	320.98	354.14
	Maximum Time in System	553.83	611.84	668.44
	St Dev of	142.22	160.71	179.20
	Number Completed	233.65	238.23	242.61

2019/20 - Simulação M Cândida Mourão 55

•55



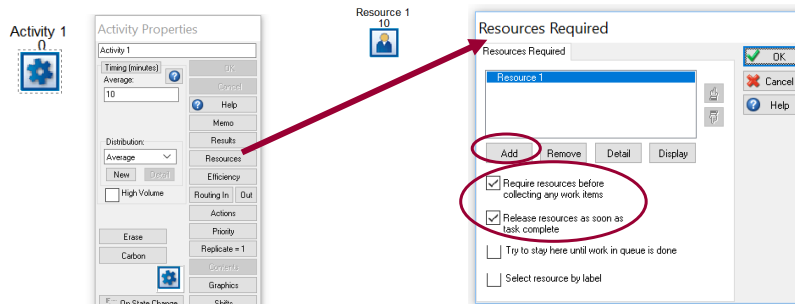
Recursos - definição



•56



- Itens necessários no centros de trabalho para efetuar as tarefas
- Podem ser partilhados entre diferentes Centros
- O mesmo Centro pode recorrer a diferentes recursos
- Ex: Trabalhadores; Camas num Hospital; ...



•57

SIMUL8 - Recursos

Nome Recursos
10

Recursos

- Podem estar disponíveis em *part-time* - *Resource Shift*

Simulação em Modelos de IO / 58

•58

Simulação – Exemplo 5

Num centro de saúde existem 8 médicos de clínica geral para atender os utentes. A chegada destes ao posto segue uma distribuição Poisson de média 30 por hora. Metade dos médicos consegue ver, em média, 5 utentes por hora, enquanto a outra metade apenas atende, em média, 3 utentes por hora, podendo o tempo que cada doente leva a ser atendido, por cada um dos médicos, ser aproximado por uma v.a. Exponencial. Os doentes são vistos por um qualquer dos médicos que necessitam de um auxiliar durante a consulta. Existem disponíveis 6 auxiliares que podem ajudar qualquer dos médicos.

Utilize o **SIMUL8** para simular o funcionamento do sistema durante uma semana, de forma a saber:

- i. o tempo médio de espera dos doentes;
- ii. a % de tempo durante a qual os médicos não terão doentes para ver;
- iii. se será preciso contratar mais médicos ou auxiliares.


2019/20 - Simulação

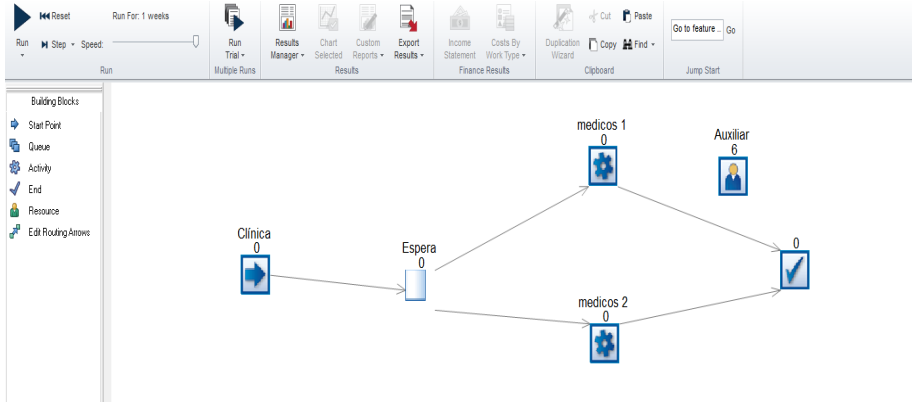
M Cândida Mourão

59

•59

Simulação – Exemplo 5




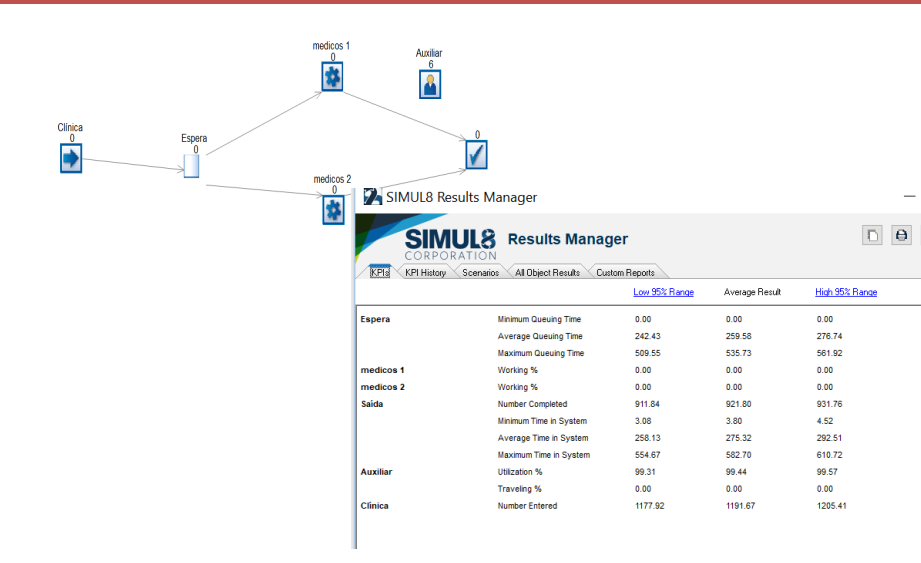


2019/20 - Simulação M Cândida Mourão 60

•60

Simulação – Exemplo 5






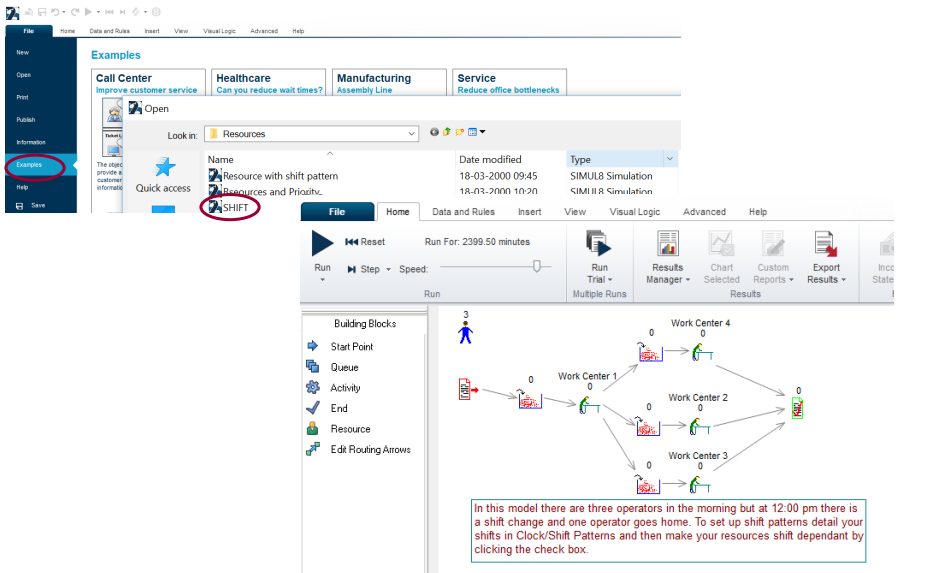
		Low 95% Range	Average Result	High 95% Range
Espera	Minimum Queuing Time	0.00	0.00	0.00
	Average Queuing Time	242.43	259.58	276.74
	Maximum Queuing Time	509.55	535.73	561.92
medicos 1	Working %	0.00	0.00	0.00
	Working %	0.00	0.00	0.00
Saida	Number Completed	911.84	921.80	931.76
	Minimum Time in System	3.08	3.80	4.52
	Average Time in System	258.13	275.32	292.51
	Maximum Time in System	554.67	582.70	610.72
Auxiliar	Utilization %	99.31	99.44	99.57
	Traveling %	0.00	0.00	0.00
Clinica	Number Entered	1177.92	1191.67	1205.41

2019/20 - Simulação M Cândida Mourão 61

•61




Simulação – Turnos de trabalho



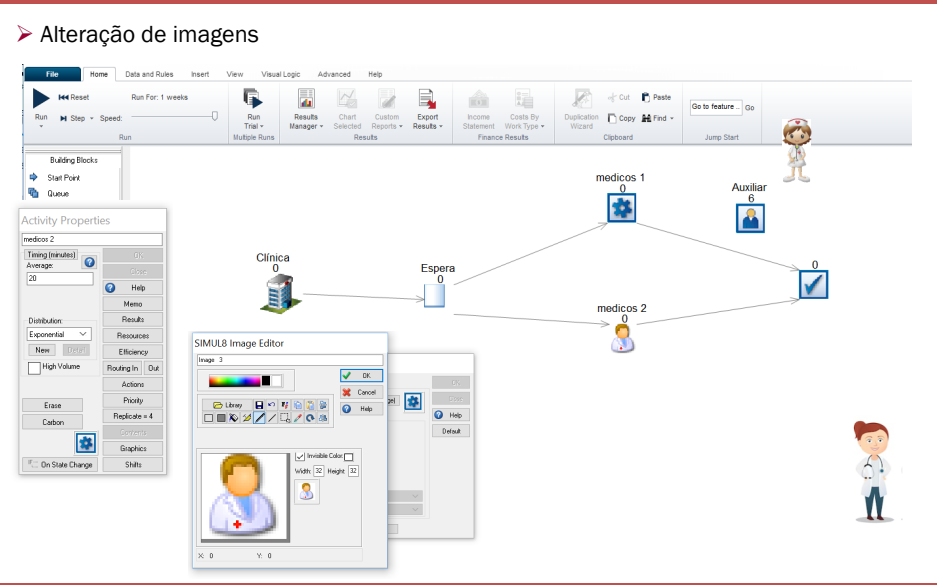
2019/20 - Simulação M Cândida Mourão 62

•62



Simulação – Imagens

➤ Alteração de imagens



2019/20 - Simulação M Cândida Mourão 63

•63



Simulação – Atividades




Activity 1

Custos

Pegada Ecológica

2019/20 - Simulação M Cândida Mourão 64

•64



SIMUL8 – Validação do modelo

- **Verificação** – o modelo representa o sistema real?
 - Se o sistema (ou parte) já existe, trabalhar com dados reais e analisar o comportamento do sistema simulado face ao real
 - Se o sistema é novo, validar o comportamento face ao esperado, para os dados considerados
- **Exploração visual**
 - mostrar ao cliente o modelo criado e explorá-lo
 - Adequar o tempo de simulação com o cliente, em função das medidas de performance estabelecidas

2019/20 - Simulação M Cândida Mourão 65

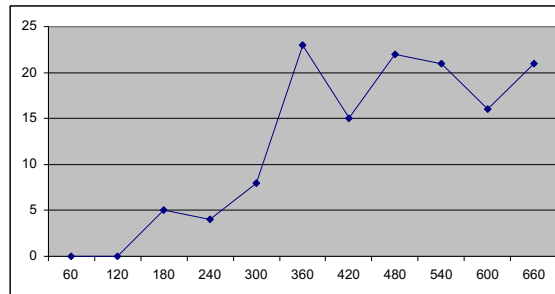
•65

SIMUL8 – Validação do modelo

■ **Tempo de Aquecimento** – para simular sistemas que funcionam continuamente (Hospital; fábrica), ou seja que não reiniciam diariamente (como numa loja; aeroporto); durante um certo período (tempo de aquecimento) os resultados não são contabilizados

■ Como escolher este tempo?

- Fixar um período menor que o a simular (ex. 60 min numa simulação de 1 semana)
- Correr durante esse período por repetidas vezes, contabilizando as saídas do sistema
- Até parecer mais estável



360 min!

•66

SIMUL8 – Validação do modelo

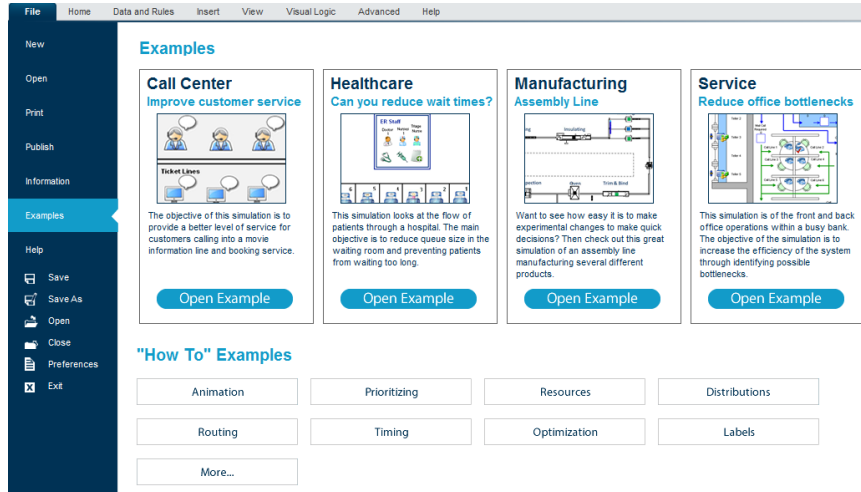
Validade dos Resultados

- Correr o modelo com vários conjuntos de NPA
- Realização de experiências – IC a 95%
- Escolha entre diferentes alternativas de gestão – utilizar as mesmas sequências de NPA

		Low 95% Range	Average Result	High 95% Range
Work Complete 1	Average Time in System	276.00	301.76	327.62
Balcão 1	Waiting %	0.42	0.71	0.99
	Working %	99.01	99.29	99.98
	Blocked %	0.00	0.00	0.00
	Stopped %	0.00	0.00	0.00
	Number Completed Jobs	157.38	160.67	163.95

•67

SIMUL8 - Exemplos



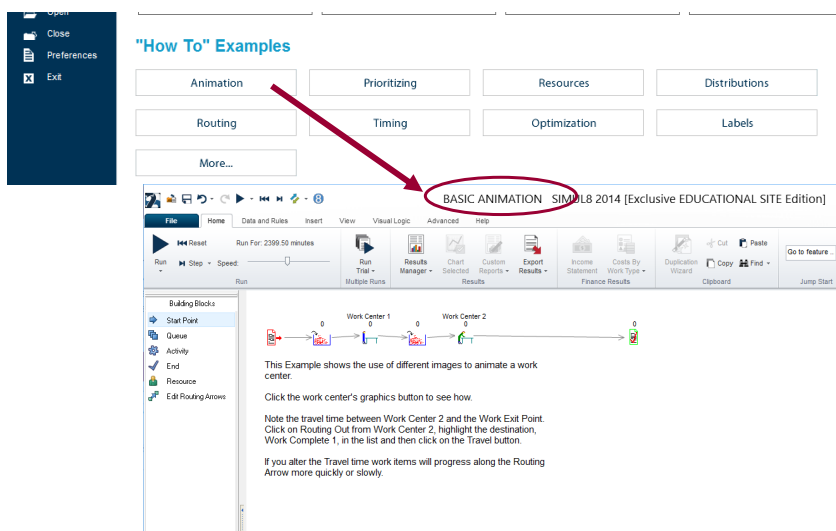
The screenshot shows the SIMUL8 software interface. On the left is a dark blue sidebar with menu options: New, Open, Print, Publish, Information, Examples (highlighted), Help, Save, Save As, Open, Close, Preferences, and Exit. The main content area is titled "Examples" and features four example cards:

- Call Center**: Improve customer service. Objective: provide a better level of service for customers calling into a movie information line and booking service.
- Healthcare**: Can you reduce wait times? Objective: reduce queue size in the waiting room and prevent patients from waiting too long.
- Manufacturing**: Assembly Line. Objective: see how easy it is to make experimental changes to make quick decisions.
- Service**: Reduce office bottlenecks. Objective: increase the efficiency of the system through identifying possible bottlenecks.

Below these cards is a section titled "How To" Examples with buttons for: Animation, Prioritizing, Resources, Distributions, Routing, Timing, Optimization, Labels, and More...

•68

SIMUL8 – Exemplos



This screenshot shows the "How To" Examples section of the SIMUL8 software. A red arrow points from the "Animation" button in the "How To" Examples grid to the "BASIC ANIMATION" button in the main software interface. The "BASIC ANIMATION" button is circled in red. Below the software interface, there is a diagram of a work center with two work centers (Work Center 1 and Work Center 2) and an Exit Point. Text below the diagram explains the animation process:

This Example shows the use of different images to animate a work center.

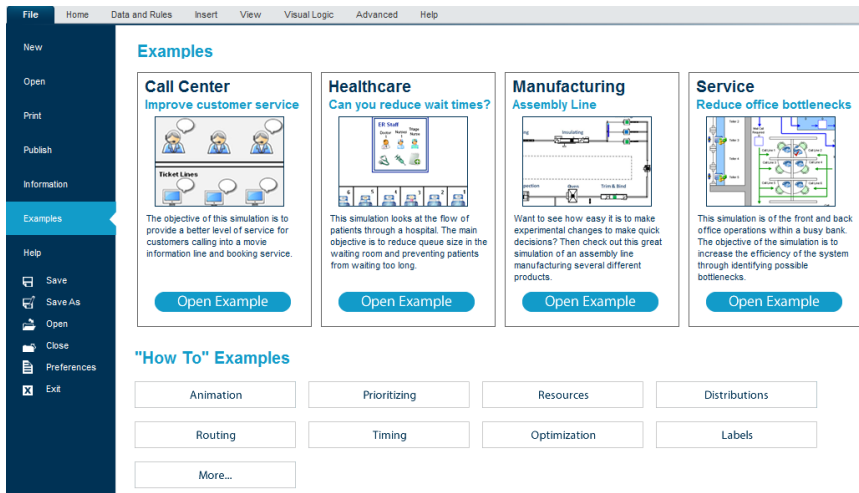
Click the work center's graphics button to see how.

Note the travel time between Work Center 2 and the Work Exit Point. Click on Routing Out from Work Center 2, highlight the destination, Work Complete 1, in the list and then click on the Travel button.

If you alter the Travel time work items will progress along the Routing Arrow more quickly or slowly.

•69

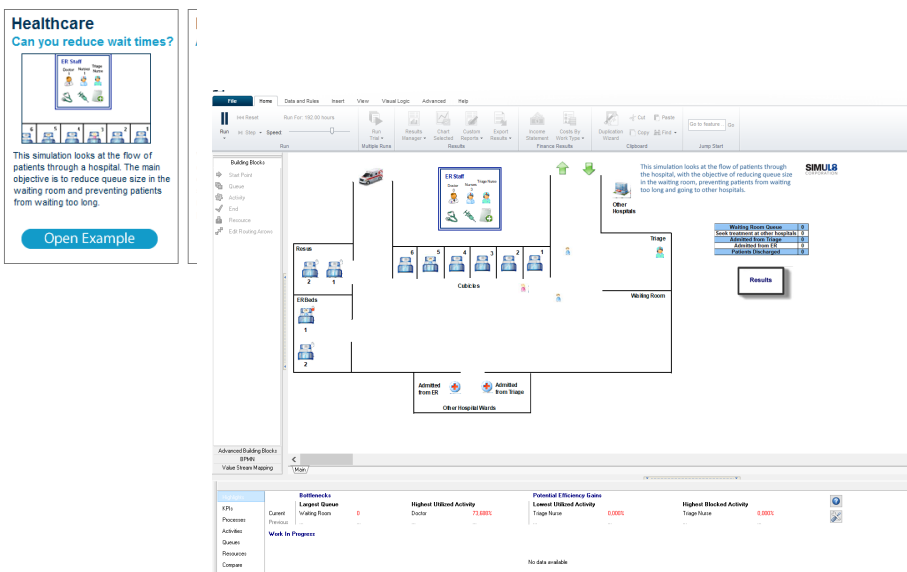
SIMUL8 – Exemplos



The screenshot shows the SIMUL8 software interface with the 'Examples' menu open. The menu lists four main categories: Call Center, Healthcare, Manufacturing, and Service. Each category has a brief description and an 'Open Example' button. Below these are 'How To' examples for Animation, Prioritizing, Resources, Distributions, Routing, Timing, Optimization, and Labels.

•70

SIMUL8 – Exemplos



The screenshot shows the SIMUL8 software interface for a healthcare simulation. The main window displays a flow diagram of a hospital with various departments like ER, Waiting Room, and X-Ray. A sidebar on the left shows the simulation controls. A 'Results' window is open on the right, displaying a table of performance metrics.

Bottlenecks		Highest Utilized Activity		Potential Efficiency Gains		Highest Stacked Activity	
KPI:	Current	Least Efficient	Doctor	Least Efficient Activity	Waiting Room	Highest Stacked Activity	Waiting Room
Process:	Waiting Room	0	71.00%	Queue Size	0.00%	0.00%	0.00%
Activity:	Work in Progress						
Queue:							
Resource:							
Component:							

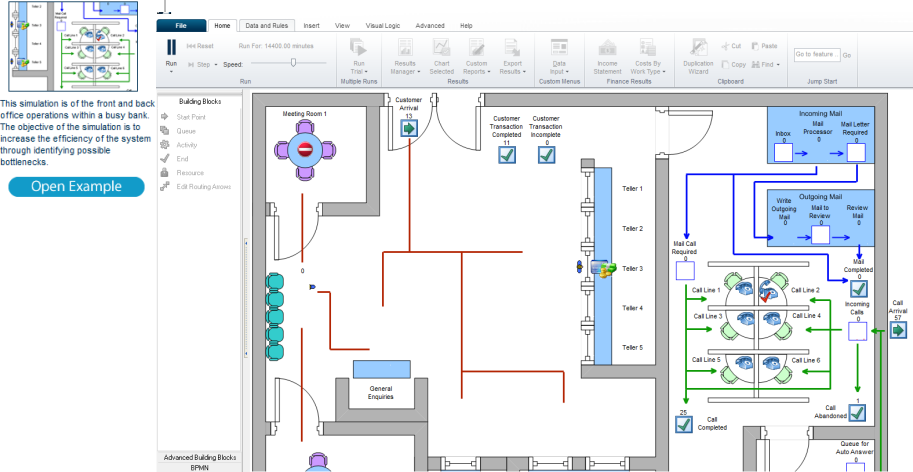
•71

SIMUL8 – Exemplos

Service
Reduce office bottlenecks

This simulation is of the front and back office operations within a busy bank. The objective of the simulation is to increase the efficiency of the system through identifying possible bottlenecks.

[Open Example](#)



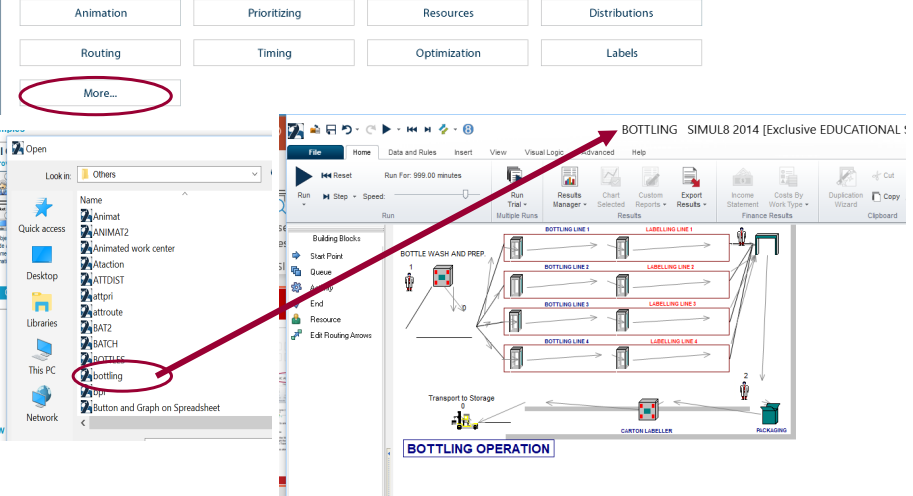
SIMULAÇÃO E OTIMIZAÇÃO (MODEE) – 2019/20

Simulação em Modelos de IO / 72

•72

SIMUL8 – Exemplos


[Animation](#) [Prioritizing](#) [Resources](#) [Distributions](#)
[Routing](#) [Timing](#) [Optimization](#) [Labels](#)
[More...](#)



SIMULAÇÃO E OTIMIZAÇÃO (MODEE) – 2019/20

Simulação em Modelos de IO / 73

•73



 LISBON SCHOOL OF ECONOMICS & MANAGEMENT
 UNIVERSIDADE DE LISBOA

SIMUL8 – Exemplos

Animation

Prioritizing

Resources

Distributions

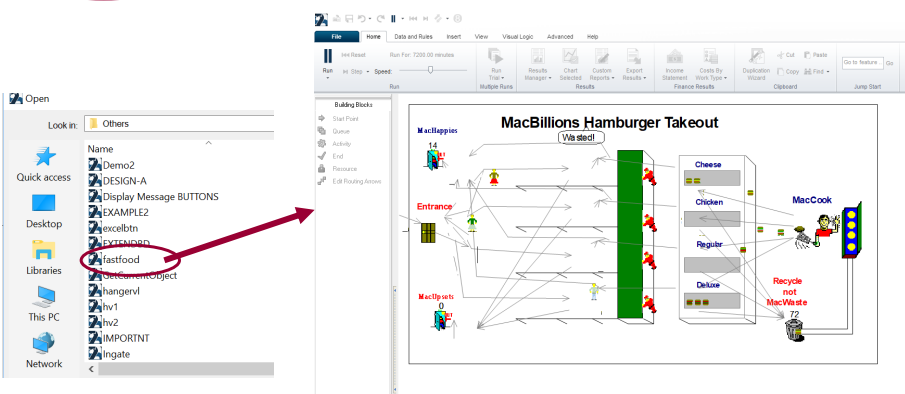
Routing

Timing

Optimization

Labels

More...



SIMULAÇÃO E OTIMIZAÇÃO (MODEE) – 2019/20
Simulação em Modelos de IO / 74

•74



LISBON SCHOOL OF ECONOMICS & MANAGEMENT
 UNIVERSIDADE DE LISBOA

Sistemas de Apoio à Decisão

Cap. 4 - Simulação

FIM



M Cândida Mourão
 cmourao@iseg.ulisboa.pt

•75