



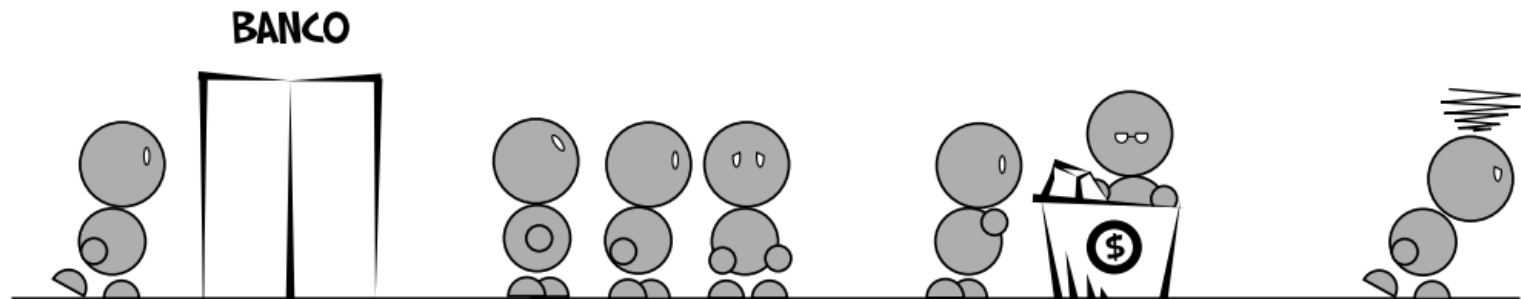
Modelagem e Simulação de Sistemas

Prof. Fabrício Maciel Gomes
Departamento de Engenharia Química
Escola de Engenharia de Lorena – EEL

Introdução ao SIMUL8

Descrição do sistema

Funcionamento diário de 6 horas

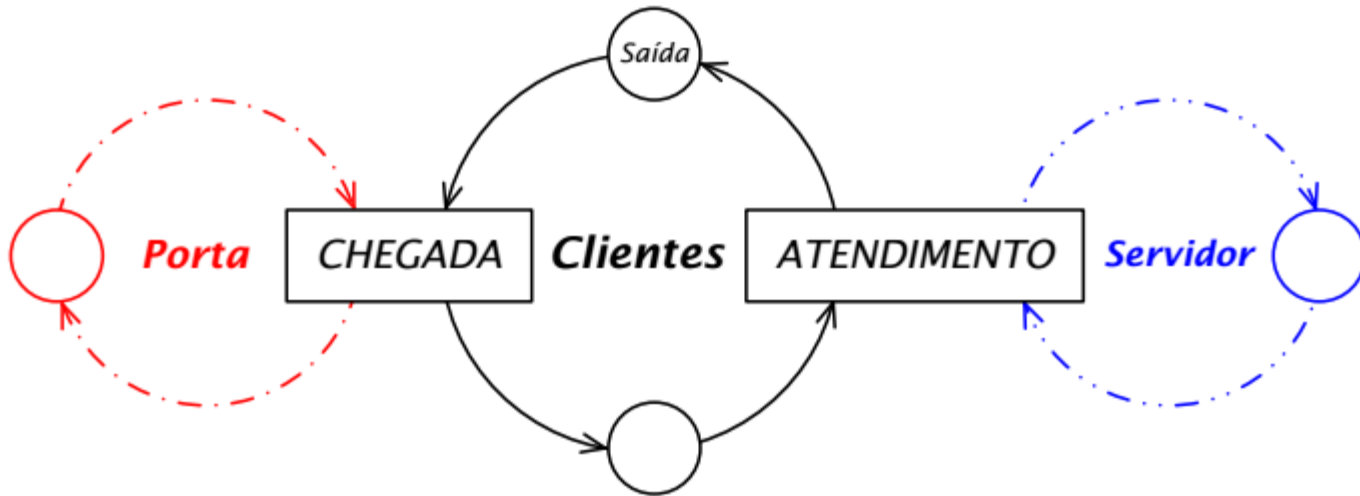


Tempo médio de
chegada = 10 min

FIFO

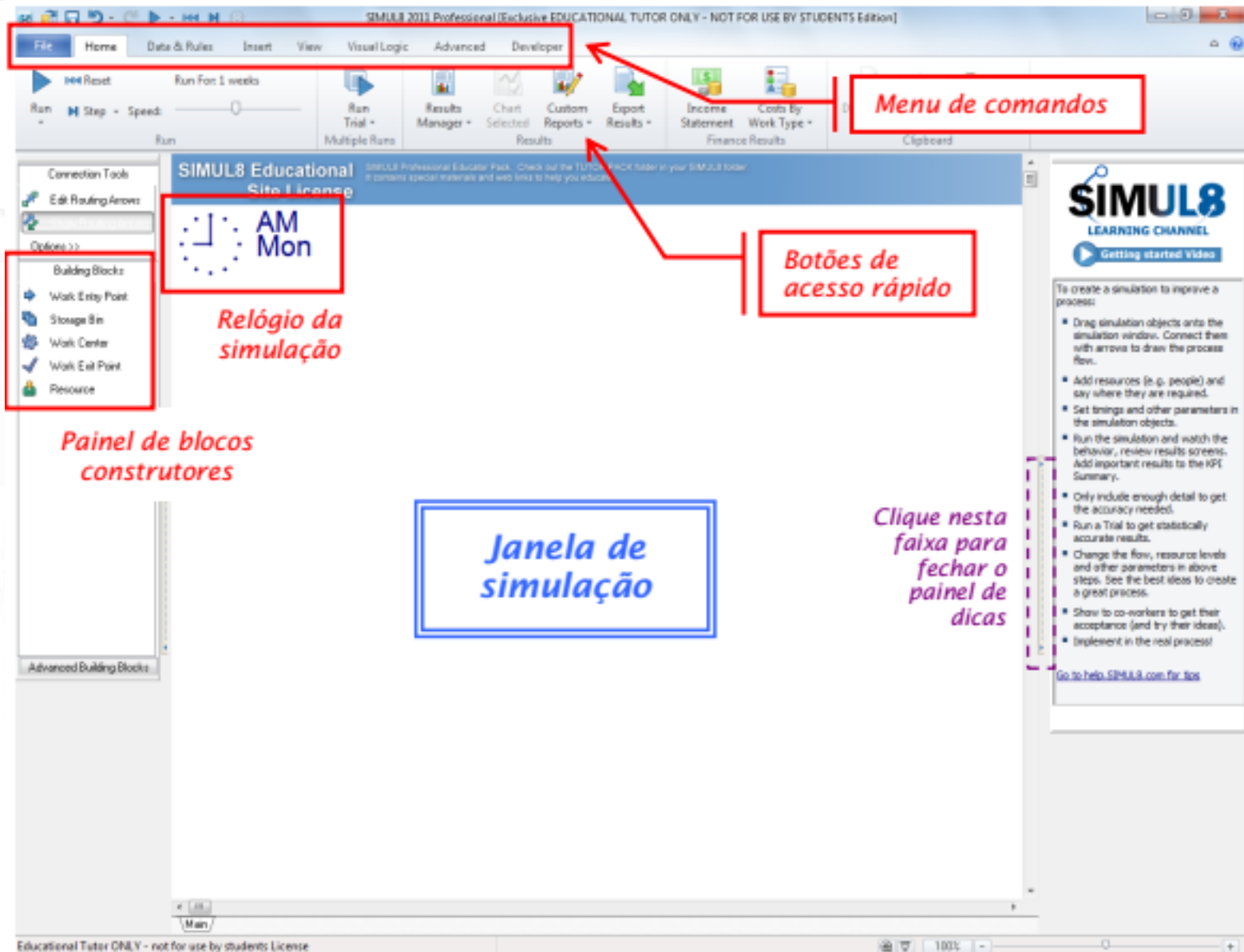
Tempo médio de
atendimento = 6 min

Introdução ao SIMUL8



o posto bancário pode ser modelado como um sistema de fila M/M/1, com $\lambda = 6$ e $\mu = 10$ (valores em clientes/h)

Introdução ao SIMUL8



The screenshot shows the SIMUL8 2011 Professional software interface. The title bar reads "SIMUL8 2011 Professional [Exclusive EDUCATIONAL TUTOR ONLY - NOT FOR USE BY STUDENTS Edition]". The interface includes a menu bar (File, Home, Data & Rules, Insert, View, Visual Logic, Advanced, Developer), a ribbon with various tool icons, and a central workspace. Annotations in red and blue boxes identify key features:

- Menu de comandos**: Points to the ribbon area containing icons for Run, Results Manager, Chart Selected, Custom Reports, Export Results, Income Statement, and Costs By Work Type.
- Botões de acesso rápido**: Points to the ribbon area containing icons for Run, Results Manager, Chart Selected, Custom Reports, Export Results, Income Statement, and Costs By Work Type.
- Relógio da simulação**: Points to a clock icon in the top-left corner of the workspace.
- Painel de blocos construtores**: Points to the left-hand panel containing "Building Blocks" such as Work Entry Point, Storage Bin, Work Center, Work Exit Point, and Resource.
- Janela de simulação**: Points to the central workspace area.
- Clique nesta faixa para fechar o painel de dicas**: Points to a dashed purple box around the "Getting started Videos" section in the right-hand panel.

The right-hand panel features the SIMUL8 Learning Channel logo and a "Getting started Videos" section. Below the logo, it lists steps to create a simulation to improve a process:

- Drag simulation objects onto the simulation window. Connect them with arrows to draw the process flow.
- Add resources (e.g. people) and say where they are required.
- Set timings and other parameters in the simulation objects.
- Run the simulation and watch the behavior, review results screens. Add important results to the KPI Summary.
- Only include enough detail to get the accuracy needed.
- Run a Trial to get statistically accurate results.
- Change the flow, resource levels and other parameters in above steps. See the best ideas to create a great process.
- Show to co-workers to get their acceptance (and try their ideas).
- Implement in the real process!





At the bottom of the right-hand panel, it says: "Go to help.SIMUL8.com for tips".

At the bottom of the screenshot, the text "Educational Tutor ONLY - not for use by students License" is visible on the left, and "100%" is visible on the right.



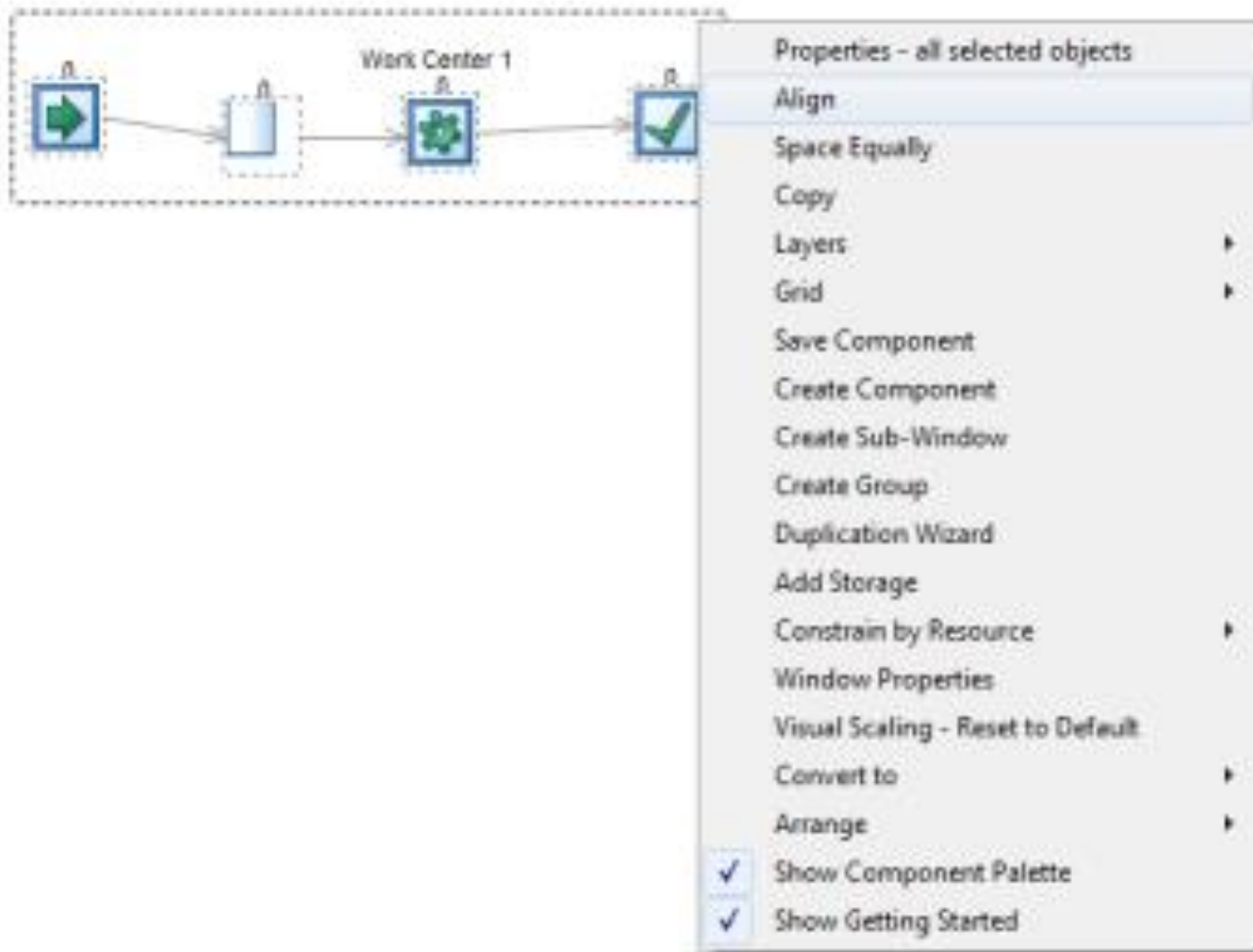
Introdução ao SIMUL8

- Entidade (*Work Item Type*)
- Chegada (*Work Entry Point*)
- Fila (*Storage Bin*)
- Processo (*Work Center*)
- Recurso (*Resource*)
- Saída (*Work Exit Point*)

- Clique no botão  (*Work Entry Point*) e, em seguida, na janela de simulação;
- Clique no botão  (*Storage Bin*) e, em seguida, na janela de simulação;
- Clique no botão  (*Work Center*) e, em seguida, na janela de simulação;
- Clique no botão  (*Work Exit Point*) e, em seguida, na janela de simulação.



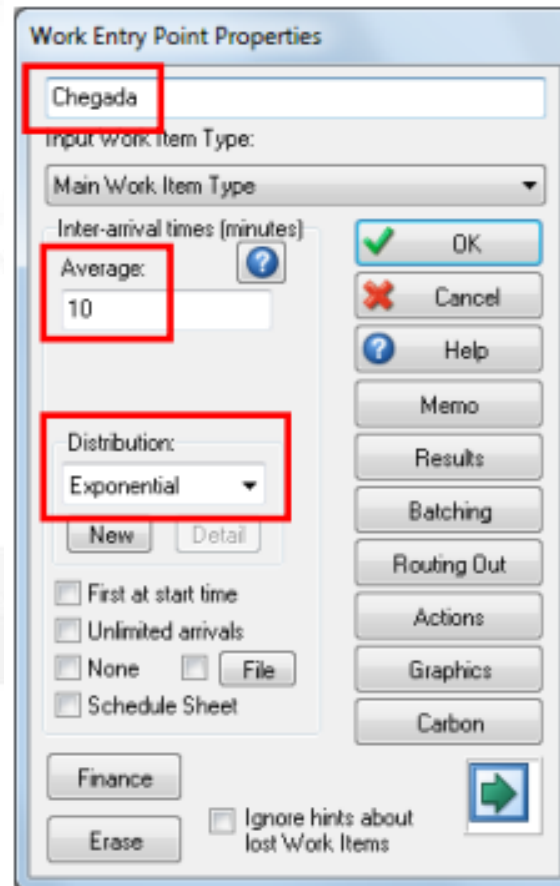
Introdução ao SIMUL8





Introdução ao SIMUL8

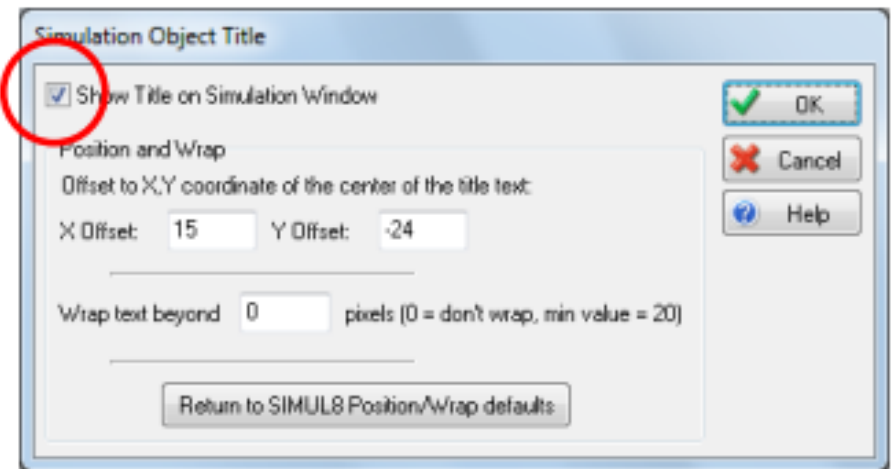
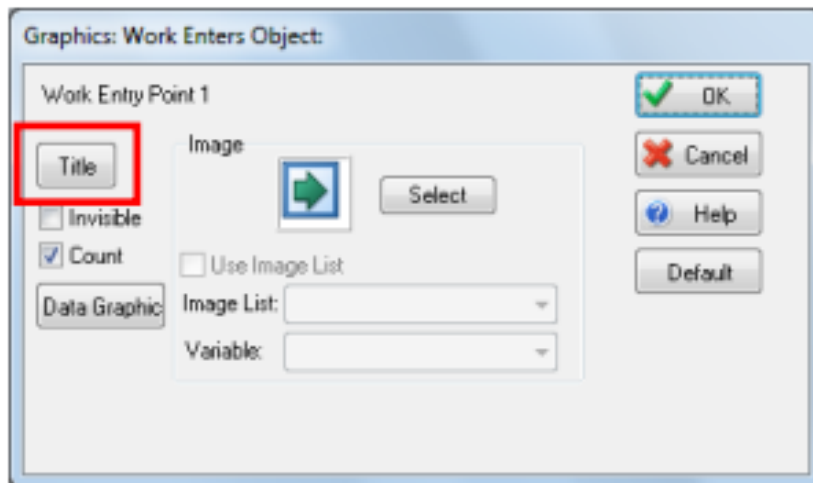
Abra a janela de propriedades do ponto de chegada de clientes (Work Entry Point). Altere o título do objeto de Work Entry Point 1 para Chegada e ajuste o intervalo médio entre chegadas para 10 minutos, com distribuição exponencial





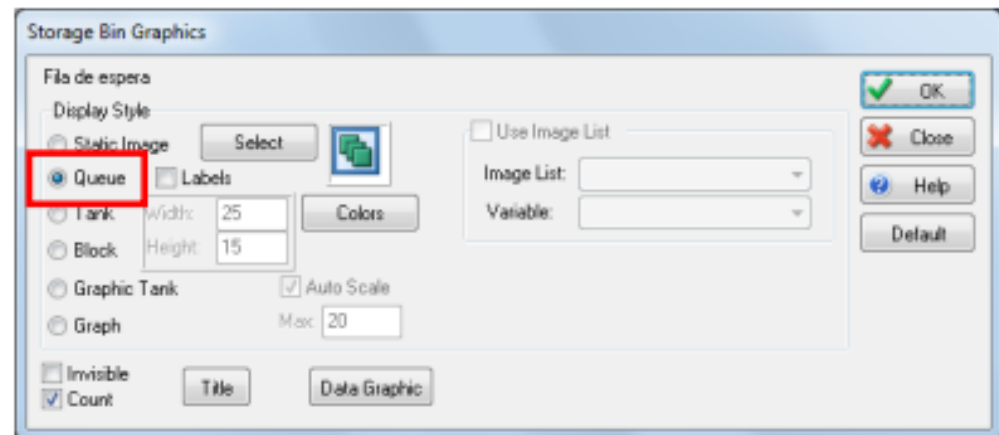
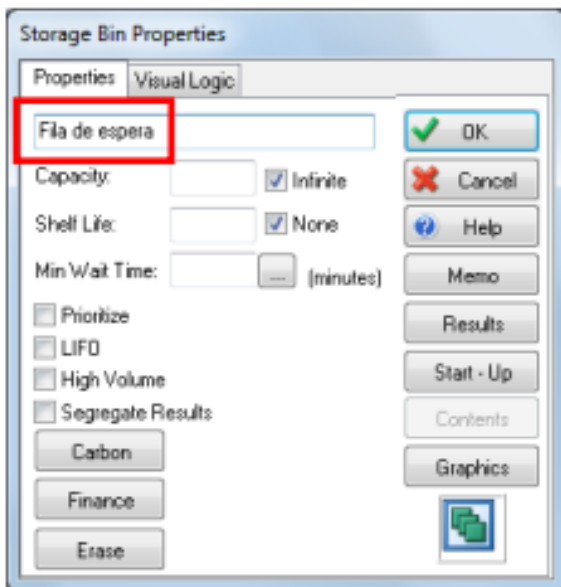
Introdução ao SIMUL8

Ainda na janela de parâmetros do Work Entry Point, clique em Graphics > Title > Show Title on Simulation Window para que o nome do objeto (Chegada) seja exibido em tela. Conclua, clicando em OK até fechar todas as caixas de diálogo abertas.



Introdução ao SIMUL8

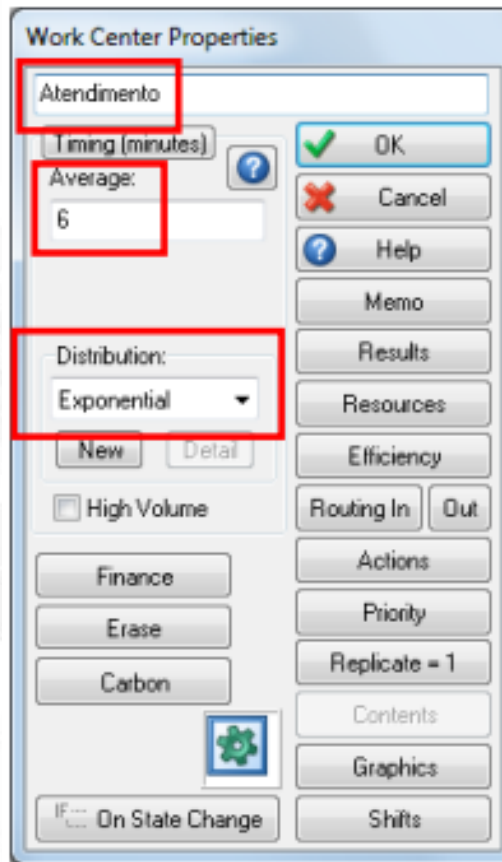
Abra a janela de propriedades da fila de espera (Storage Bin Properties) e altere seu nome de Storage Area 1 para Fila de espera. Ainda nesta janela, clique no botão "Graphics" e selecione a opção de exibição "Queue" para que o SIMUL8 mostre uma fila "indiana" de clientes durante a simulação (a opção padrão é "Graphic Tank", que mostra um tanque estilizado se enchendo ou se esvaziando, dependendo do tamanho da fila). Por fim, ainda na janela de opções gráficas, clique em Title > Show Title on Simulation Window para que o nome do objeto seja mostrado em tela.





Introdução ao SIMUL8

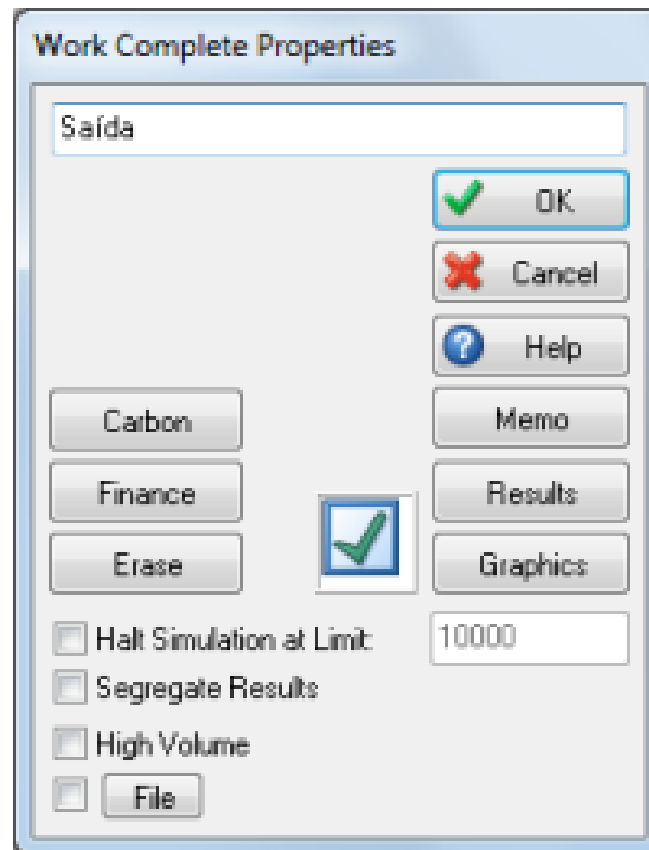
Abra a janela de propriedades da atividade (Work Center) e altere seu título de Work Center 1 para Atendimento. Ajuste também os parâmetros do processo: distribuição exponencial, com média de 6 minutos. Nas propriedades gráficas da atividade (botão "Graphics"), verifique que a opção "Show Title" é selecionada por padrão.





Introdução ao SIMUL8

Abra a janela de propriedades do ponto de saída dos clientes (Work Complete) e altere seu título de Work Complete 1 para Saída. Clique em Graphics > Title > Show Title on Simulation Window para habilitar a exibição do nome do objeto.





Introdução ao SIMUL8

clique no botão de opções abaixo do botão Show/Hide Route Arrows e selecione a opção Route arrows always displayed

The screenshot displays the SIMUL8 software interface. The top menu bar includes 'File', 'Home', 'Data & Rules', 'Insert', 'View', 'Visual Logic', 'Advanced', and 'Developer'. The 'Work Exit Point' tab is active, with sub-tabs for 'Properties', 'Graphics', and 'Advanced'. The 'Properties' sub-tab is selected, showing a 'Name' field with 'Saída' and a 'Click here to add a memo...' button. Below this are sections for 'General', 'Data' (with 'Finance' and 'Carbon Footprint' icons), and 'Results' (with 'Results' and 'Histogram' icons).

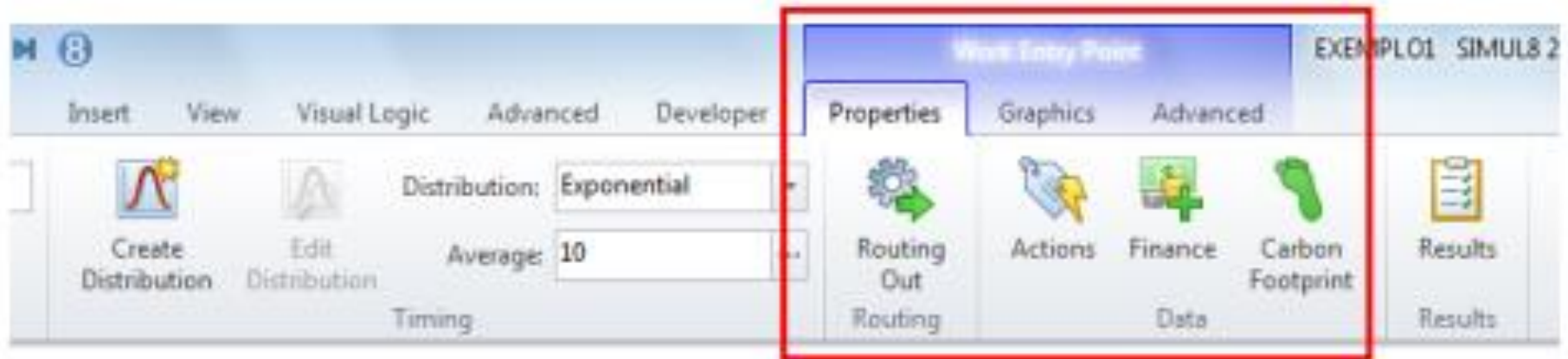
On the left, the 'Connection Tools' panel is visible, containing 'Edit Routing Arrows' and 'Show Routing Arrows' buttons. The 'Options >>' button is highlighted with a red box. A dropdown menu is open, showing the following options:

- Show route arrows
- Show resource routes
- Route arrows always displayed**
- Hidden arrows ▶
- Density options ▶
- Resource

The main workspace shows a process flow diagram with four stages: 'Chegada 0' (green arrow icon), 'Fila de espera 0' (blue square icon), 'Atendimento 0' (green gear icon), and 'Saída 0' (green checkmark icon). A red arrow points from a red-bordered box containing the text 'Habilite a opção "Route arrows always displayed"' to the 'Route arrows always displayed' option in the dropdown menu.



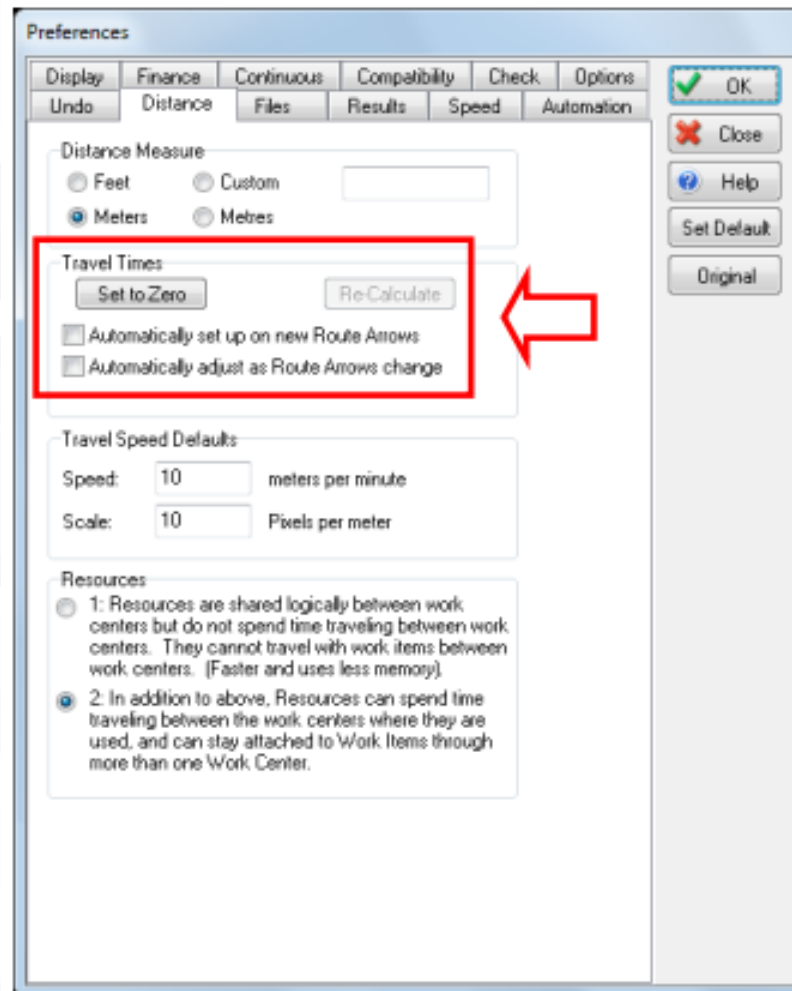
Introdução ao SIMUL8





Introdução ao SIMUL8

Clique em File > Preferences e, na aba Distance, clique no botão Set to Zero da seção Travel Times. Ao confirmar a operação, todas as ligações do modelo terão o tempo associado de percurso igual a zero. Feche a janela clicando no botão OK.





Introdução ao SIMUL8

Todos os objetos de um modelo de simulação utilizam uma única unidade de tempo. No caso do nosso exemplo, a unidade mais adequada é o minuto, que (por acaso) é a unidade padrão do SIMUL8: clique em Data & Rules > Properties ou dê um duplo-clique na janela do relógio de simulação para comprovar isso

Clock Properties

Time Units:
 Seconds Minutes Hours Days

For units smaller than seconds use decimals of units e.g. 0.001 = 1 millisecond

Time format:
 Simple unit count from Percent Time only
Decimals: Time & Day
Descriptor:

Digital Clock Face

HH:MM HH:MM.000 HH:MM:SS HH:MM:SS.000

Days:
 Day Date Mon, Tues, Wed... Days per week:
 Day, Week

Running Time:
Start time each day (HH:MM):
Duration of day (HH:MM):

The simulation will run for the total of Warm Up Period + Results Collection Period



Introdução ao SIMUL8

Antes de executar uma simulação é preciso definir o período total a ser simulado, que é formado pela soma de dois períodos consecutivos. No primeiro, chamado de período de aquecimento (Warm Up Period), nenhum resultado da simulação será coletado para a compilação de estatísticas. O objetivo deste período é eliminar a influência das condições iniciais do sistema sobre os resultados da simulação. Somente no segundo período (Results Collection Period) é que serão recolhidos resultados para a geração de estatísticas, como o tempo médio de espera em fila, por exemplo. No exemplo do posto bancário, vamos utilizar um período de aquecimento = 0 e um período de coleta de resultados de 100 horas de operação contínua = 6.000 minutos. Os ajustes são feitos clicando-se nos botões correspondentes na janela de propriedades do relógio

Warm Up Period

Start results collection after this number of time units:

0

Include in displayed clock time

OK Cancel Help

Results Collection Period

Results Collection Period

Collect results for this amount of time for each simulation run:

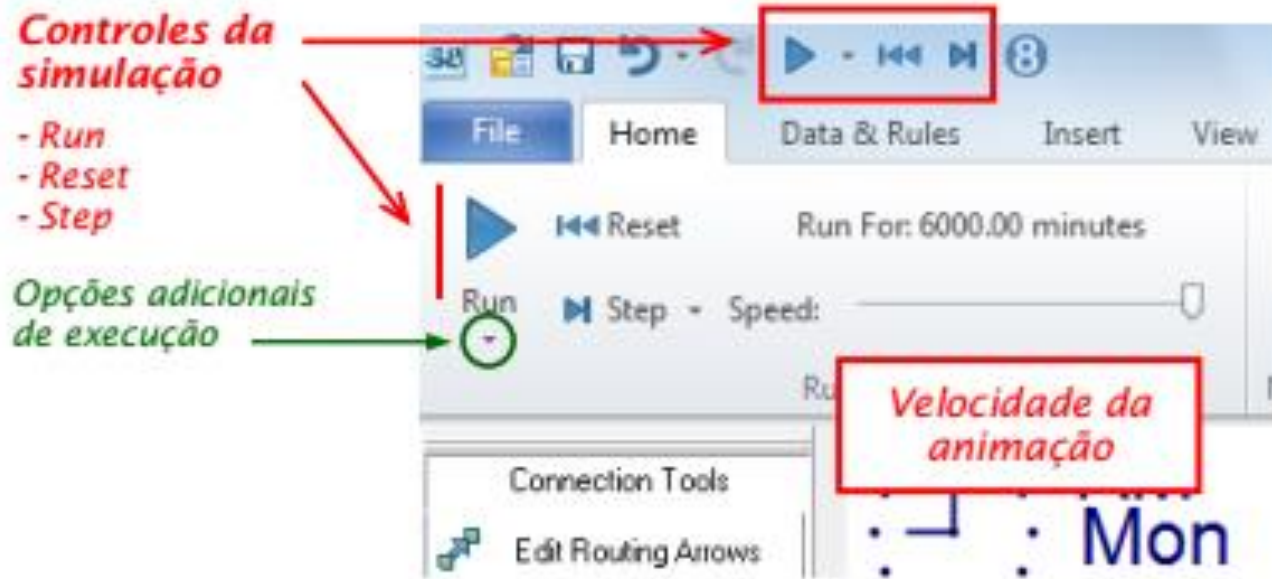
6000 simulation time units (minutes)

Beep on Completion

OK Cancel Help

Introdução ao SIMUL8

Pressione o botão Run para iniciar a simulação e ajuste a velocidade da animação






Introdução ao SIMUL8

Coletando resultados

Para consultar os resultados obtidos após a simulação basta dar um duplo-clique em algum objeto do modelo e clicar no botão Results (os resultados dependerão do objeto).

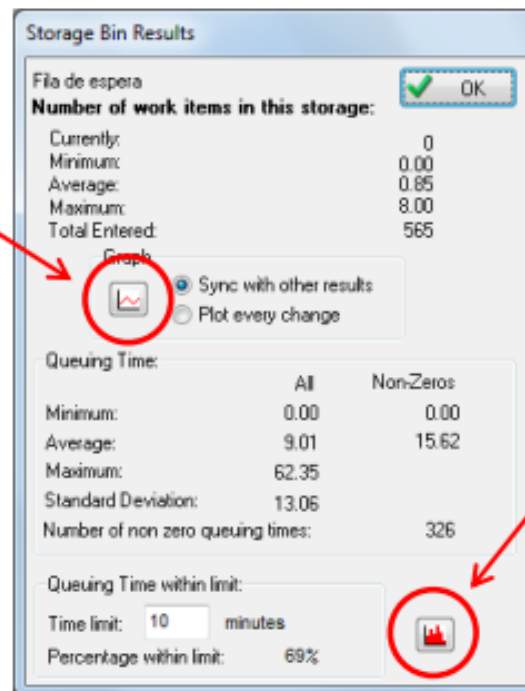
Work Entry Results	
Chegada	 OK
Number of work items entered this entry point:	565
Number of work items lost:	0
Number of work items entered remainder of simulation:	565



Introdução ao SIMUL8

Existem dois grupos de informação disponíveis nas filas de espera: um sobre a quantidade de clientes e outro sobre os tempos de espera. Na seção Number of work items in this storage é possível consultar o número de entidades presentes na fila no instante em que a simulação foi interrompida (Currently), os números mínimo, médio e máximo de entidades que estiveram na fila (Minimum, Average e Maximum) e o total de entidades que entraram na fila durante a simulação (Total Entered).

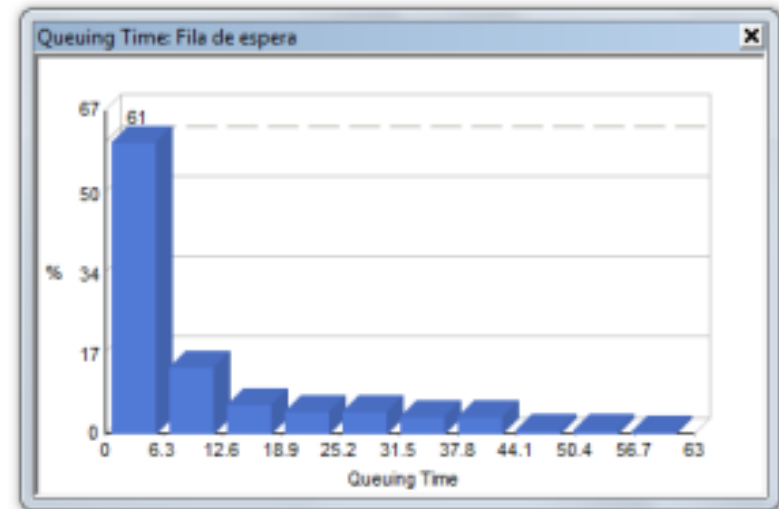
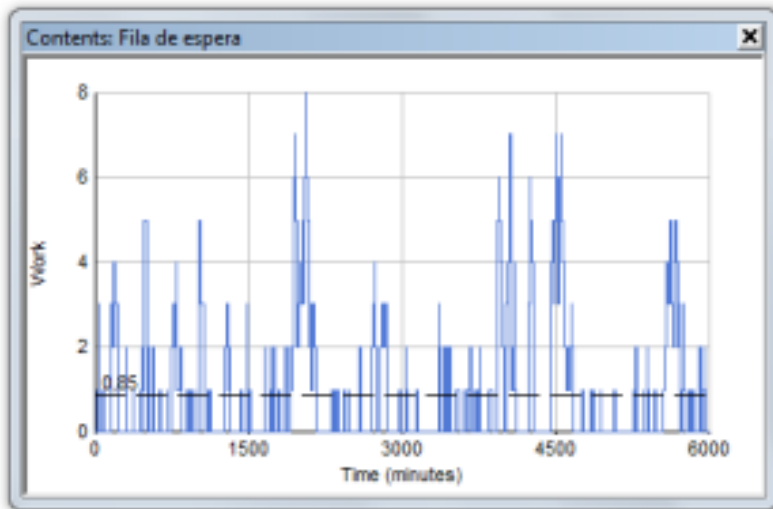
*Graph:
Gráfico (temporal)
do número de
elementos em fila*



*Histogram:
Histograma dos
tempos de espera*



Introdução ao SIMUL8






Introdução ao SIMUL8

Idem para atividades

*Gráfico (temporal)
do número de
elementos em
processamento*

Work Center Results

Atendimento  OK



Number of work items:

Currently in Work Center:	0
Minimum:	0.00
Average:	0.57
Maximum:	1.00
Completed Jobs:	565

Graph Sync with other results
 Plot every change

Percent of time:

Awaiting Work:	43.26
Working:	56.74
Blocked:	0.00
Stopped:	0.00
Change Over:	0.00
Off Shift:	0.00
Resource Starved:	0.00



*Adiciona todos os
resultados
percentuais ao
resumo de
resultados*



Introdução ao SIMUL8

O SIMUL8 permite a criação de um resumo de resultados personalizado, que pode ser consultado após o final da simulação clicando-se no botão Results Manager (aba Home). Para configurar os resultados que serão exibidos no resumo, é preciso clicar com o botão direito do mouse sobre os valores desejados nas janelas de resultados correspondentes: o cursor mudará de cor e de formato ao ser posicionado sobre algum resultado numérico. Para remover algum resultado do resumo, o procedimento é o mesmo. Para este exemplo, faça as seguintes seleções:

- Fila de espera: tempo médio de espera e número médio de clientes em fila;
- Atendimento: porcentagem de tempo em atividade;
- Saída: tempo médio no sistema (incluído automaticamente no resumo).



Introdução ao SIMUL8

The screenshot displays the SIMUL8 software interface. The main window shows the 'Storage Bin' properties for a bin named 'Fila de espera'. The 'Properties' tab is active, showing settings for Capacity, Shelf Life, and Min Wait Time. The 'Results' tab is also visible, showing various performance metrics.

The 'Storage Bin Results' dialog box is open, displaying the following data for the 'Fila de espera' bin:

Number of work items in this storage:	
Currently:	0
Minimum:	0.00
Average:	0.85
Maximum:	8.00
Total Entered:	565

The 'Queuing Time' section shows the following data:

	All	Non-Zeros
Minimum:	0.00	0.00
Average:	2.01	15.62
Maximum:	2.35	
Standard Deviation:	0.06	
Number of non zero queuing time:		326

The 'Queuing Time within limit' section shows a time limit of 10 minutes and a percentage within limit of 69%.

A red circle highlights the 'Maximum' value of 2.35 in the 'Queuing Time' section, with a mouse cursor pointing to it. A 'Saída 565' icon is also visible in the background.



Introdução ao SIMUL8

Execute novamente a simulação do posto bancário, clique no botão Results Manager e observe os resultados obtidos

SIMUL8 CORPORATION Results Manager

from most recent run only. Result Click "Multiple Runs" button to get ranges.

Fila de espera	Average Queuing Time	9.01
	Average queue size	0.85
Atendimento	Working %	58.74
Saída	Average Time in System	15.04