



# Modelagem e Simulação de Sistemas

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



# Trabalhando com Recursos

## Exemplo

Considere um centro de distribuição de produtos que possui duas baias para carga de caminhões e uma baia para descarga de treminhões. Ambas as operações são feitas por uma de duas empilhadeiras disponíveis. Os treminhões chegam em intervalos fixos de 8 horas, enquanto os caminhões chegam em intervalos sucessivos segundo uma distribuição exponencial, com taxa média de 3 caminhões por hora. O carregamento de um caminhão demora, em média, 30 minutos, segundo uma distribuição exponencial. A descarga de um treminhão leva, em média, 3 horas, também segundo uma distribuição exponencial.

Pretende-se simular o sistema por 1200 horas para avaliar o comportamento dos tempos de espera dos caminhões e dos treminhões, além da utilização média das empilhadeiras.



# Trabalhando com Recursos

## CHEGADAS DE CAMINHÕES

EXPONENCIAL 3 CAR/H



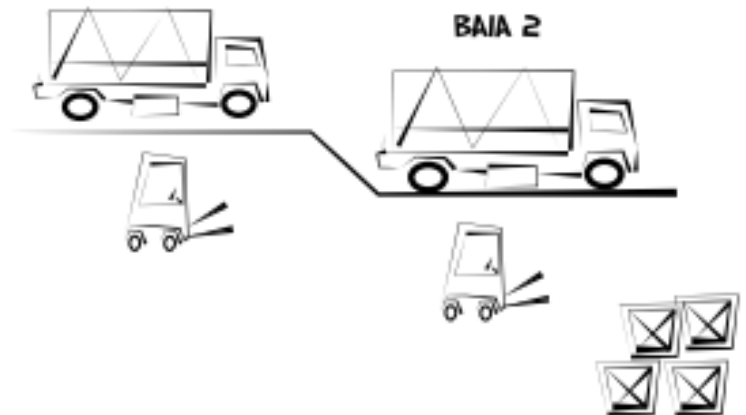
FILA DE CAMINHÕES

## CARREGAMENTO

EXPONENCIAL(30) MIN

BAIA 1

BAIA 2



## CHEGADAS DE TREMINHÕES

FIXO 8H



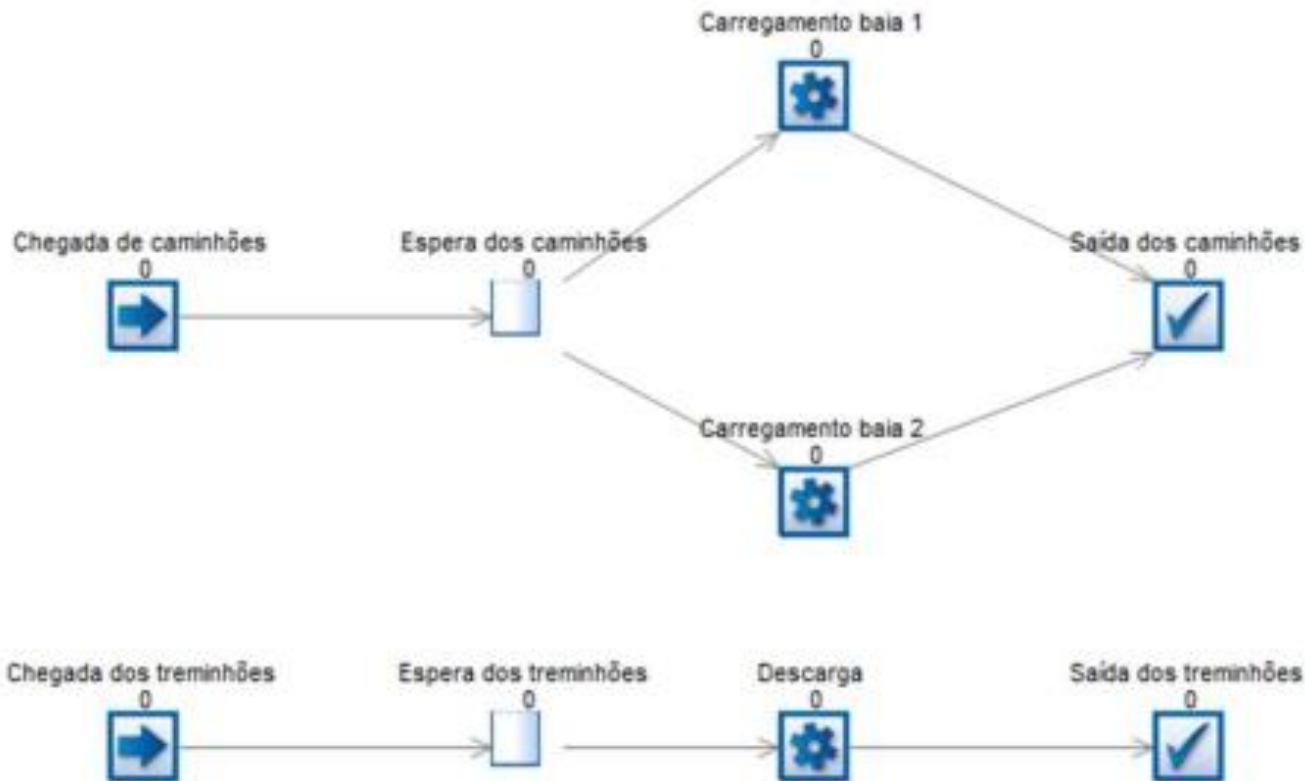
FILA DE TREMINHÕES

## DESCARREGAMENTO

EXPONENCIAL (3) H



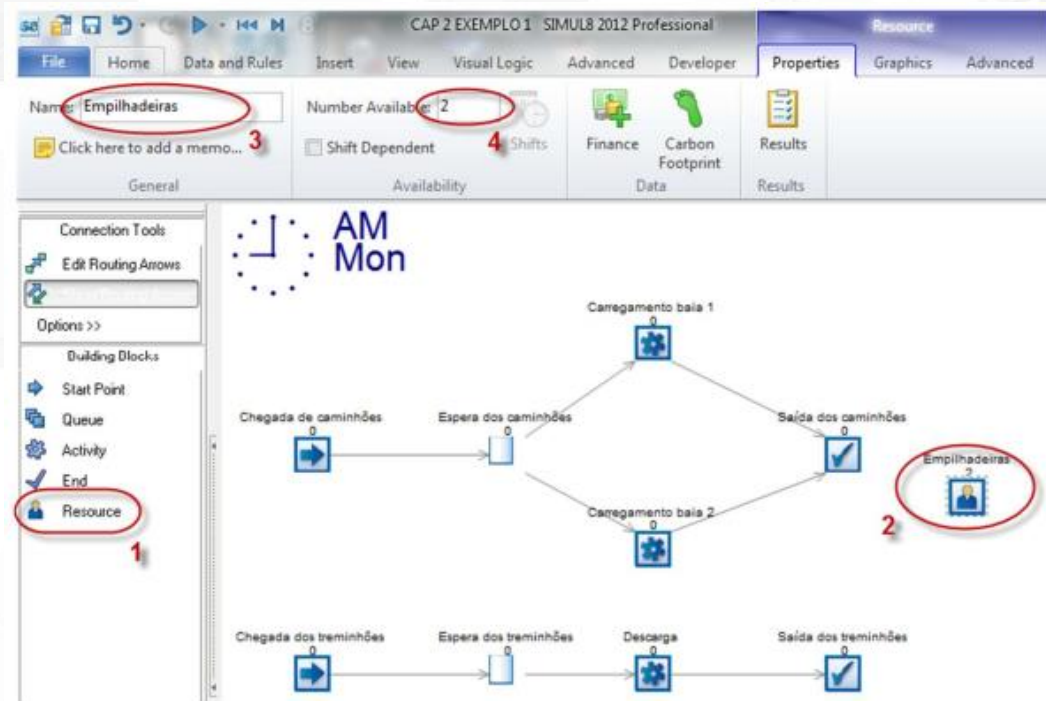
AM  
Mon



Variável	Tremhões	Caminhões
Tempo entre chegadas	Constante = 480	Exponencial, média = 20
Duração da atividade (atendimento)	Exponencial, média = 180	Exponencial, média = 30

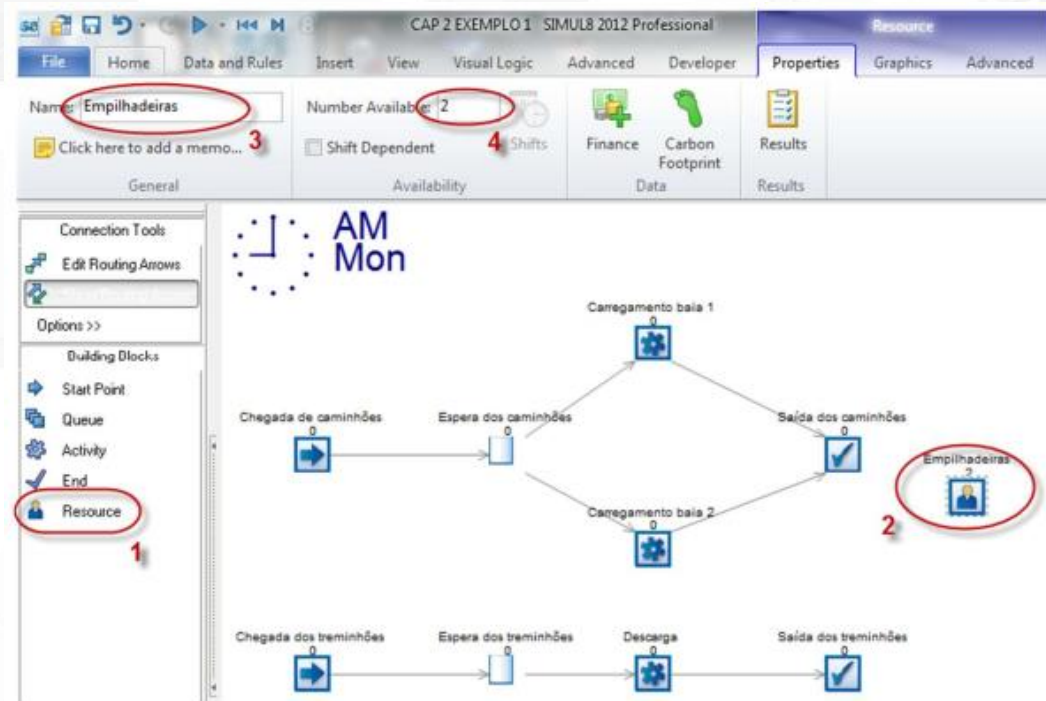
# Trabalhando com Recursos

Para adicionar o recurso “Empilhadeiras” ao modelo, clique no objeto Resource no painel de blocos construtores e, em seguida, em algum ponto da janela de simulação. O título do recurso, “Empilhadeiras”, pode ser digitado no canto superior da tela, no campo Name: do menu Properties, que surge enquanto o recurso estiver selecionado. Pelo mesmo menu, na opção Number available, você pode alterar o número de empilhadeiras disponíveis: no caso do exemplo, o valor é igual a 2.



# Trabalhando com Recursos

Para adicionar o recurso “Empilhadeiras” ao modelo, clique no objeto Resource no painel de blocos construtores e, em seguida, em algum ponto da janela de simulação. O título do recurso, “Empilhadeiras”, pode ser digitado no canto superior da tela, no campo Name: do menu Properties, que surge enquanto o recurso estiver selecionado. Pelo mesmo menu, na opção Number available, você pode alterar o número de empilhadeiras disponíveis: no caso do exemplo, o valor é igual a 2.



The screenshot displays the SIMUL8 2012 Professional software interface. The top menu bar includes File, Home, Data and Rules, Insert, View, Visual Logic, Advanced, and Developer. The Properties panel on the right is active, showing the Name field set to "Empilhadeiras" (circled in red) and the Number Available field set to "2" (circled in red). The Availability section includes a checkbox for "Shift Dependent" (labeled 4) and a "Shifts" button. The Data section includes "Finance" and "Carbon Footprint" buttons. The Results section includes "Results" buttons. The main simulation area shows a process flow diagram with activities like "Chegada de caminhões", "Espera dos caminhões", "Carregamento baia 1", "Carregamento baia 2", "Saída dos caminhões", "Chegada dos tremhões", "Espera dos tremhões", "Descarga", and "Saída dos tremhões". A Resource icon labeled "Empilhadeiras" with the number "2" is circled in red (labeled 2). The left sidebar shows the "Resource" block selected (labeled 1). The top right corner of the simulation area shows three resource icons.





# Trabalhando com Recursos

The image displays three overlapping dialog boxes from a software application, illustrating the process of assigning resources to an activity.

- Activity Properties:** The top-left dialog box shows settings for an activity named "Carregamento baia 1". The "Resources" button is highlighted with a red circle.
- Resources Required:** The middle dialog box shows a list of resources with "Empilhadeiras" selected. The "Add" button is highlighted with a red circle.
- Resource Objects:** The bottom-right dialog box shows a list of resource objects with "Empilhadeiras" selected. The "Empilhadeiras" text is highlighted with a red circle.



# Trabalhando com Recursos

Activity Properties

Carregamento baia 1

Timing (minutes)  
Average: 30

Distribution: Exponential

Buttons: New, Detail, High Volume, Finance, Erase, Carbon, On State Change

Buttons: OK, Cancel, Help, Memo, Results, Resources, Efficiency, Routing In, Out, Actions, Priority, Replicate = 1, Contents, Graphics, Shifts

Resources Required

Resources Required

Empilhadeiras

Buttons: Add, Remove, Detail, Display

Require resources before collecting any work items

Release resources as soon as task complete

Try to stay here until work in queue is done

Select resource by label

Buttons: OK, Cancel, Help

Resource Requirements - Detail

Empilhadeiras

Number Required:  
Min: 1  
Max: 1

Release resource as:  
(Same - Default)

Interrupt other work if necessary

Normal: Require and Release the Resource here

Require here, but do not Release the Resource

Only Release the Resource here

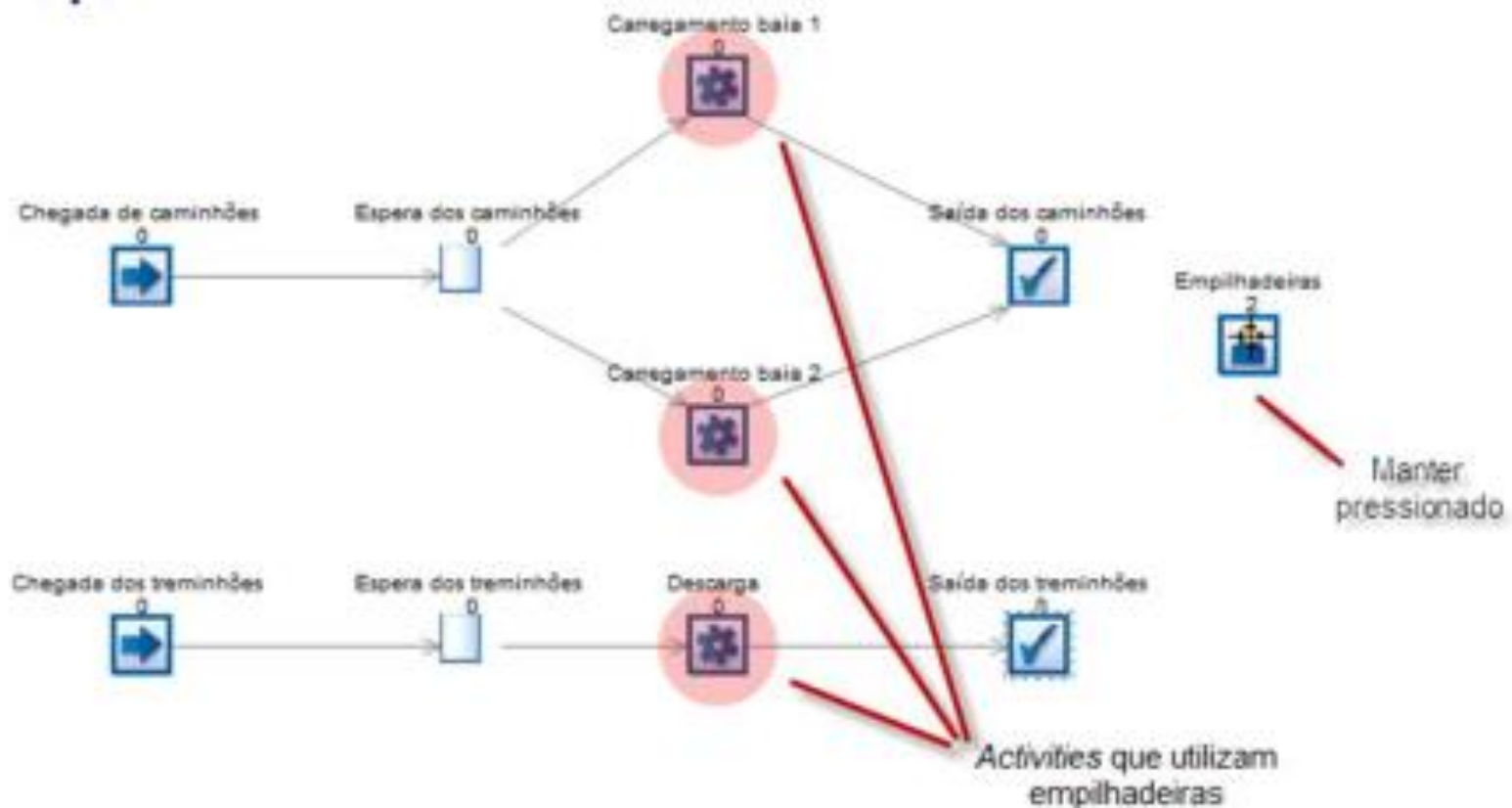
Display Only (do not affect logic)

Buttons: OK, Cancel, Help



# Trabalhando com Recursos

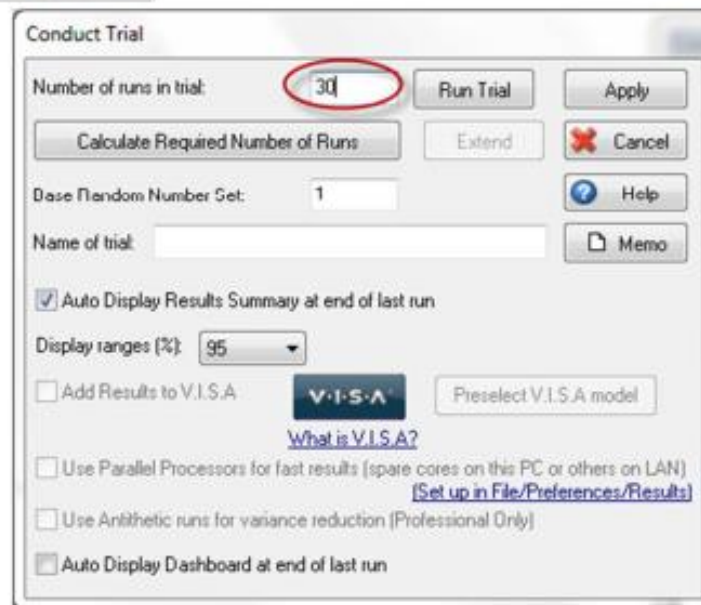
AM  
Mon





# Trabalhando com Recursos

**Parâmetros da Simulação: Warm Up Period = 10.000**  
**Results Collection Period = 72.000**





# Trabalhando com Recursos

Considere, agora, que uma das empilhadeiras pare de funcionar, de modo que apenas uma operação de carga ou descarga possa ser feita a cada instante. Para isso, no modelo, altere a quantidade empilhadeiras disponíveis para 1 (Number of this type of resource available). Simule novamente o modelo e veja o tamanho do “estrago” causado.

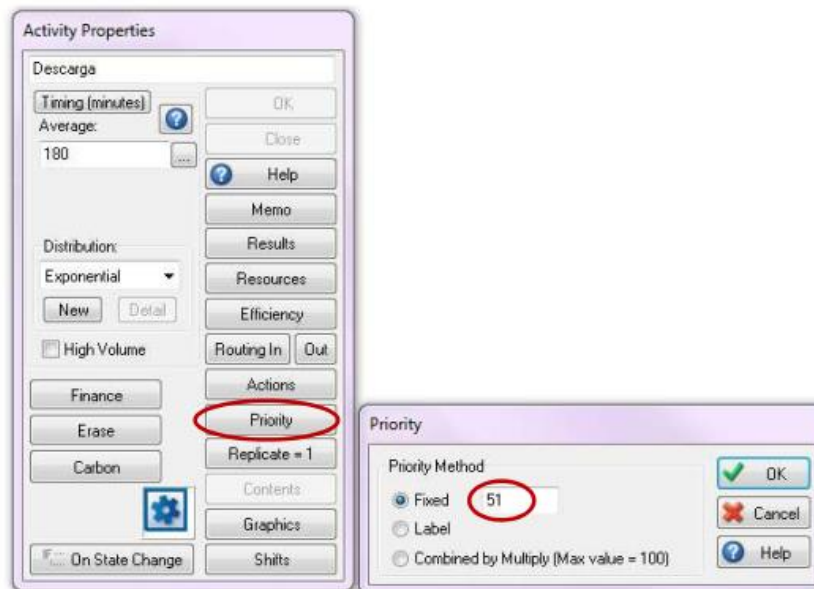
Considere em outra Simulação a aquisição de uma terceira empilhadeira que será empregada nas operações de carga ou descarga junto com as outras duas antigas.

Faça um relatório discutindo os principais indicadores como: Tamanho da fila, Tempo médio de espera da fila e Utilização dos recursos.



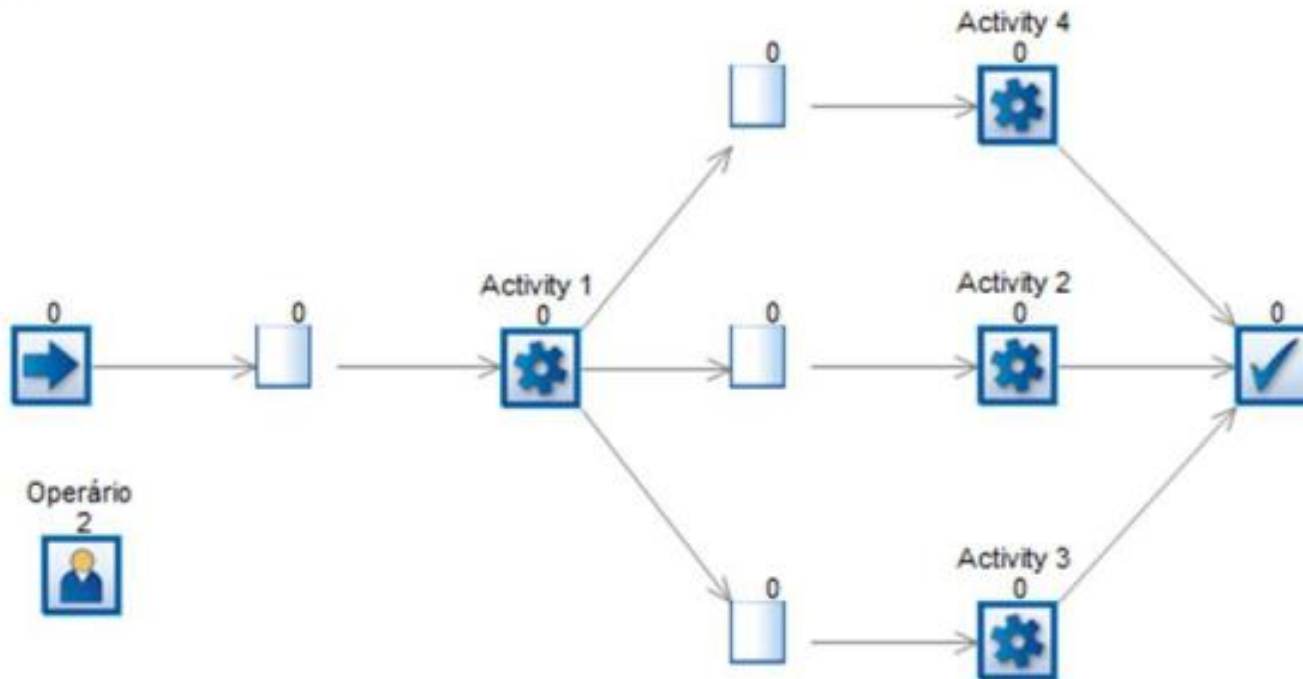
# Prioridade dos Recursos

Todo Activity possui como valor padrão de prioridade de alocação de recursos igual a 50 (confira, clicando no botão Priority. Qualquer valor acima deste faz com que um Activity tenha maior prioridade na alocação de um recurso do que os demais Activitys que utilizem o mesmo recurso. Assim, para tornar a descarga dos treminhões prioritária, basta alterar a prioridade do Activity “Descarga” para qualquer valor acima de 50 (por exemplo, 51). Com isso, se houver um caminhão e um treminhão em fila, a empilhadeira será alocada para a descarga do treminhão, devido à prioridade.



# Turnos de Trabalho

AM  
Mon





# Turnos de Trabalho

Objeto	Propriedade	Valor
Chegada	Inter Arrival Times	Exponencial, média = 3 min
Activity 1	Timing	Normal(3; 2,5)
Activity 2	Timing	Normal(10; 2,5)
	Resources	Operário
Activity 3	Timing	Normal(10; 2,5)
	Resources	Operário
Activity 4	Timing	Normal(10; 2,5)
	Resources	Operário
Operário	Number of this resource	2

Após criar o modelo, ajuste as configurações do tempo de simulação (Results Collection Period) para 2.400 minutos e considere tempo de warm-up igual a zero.

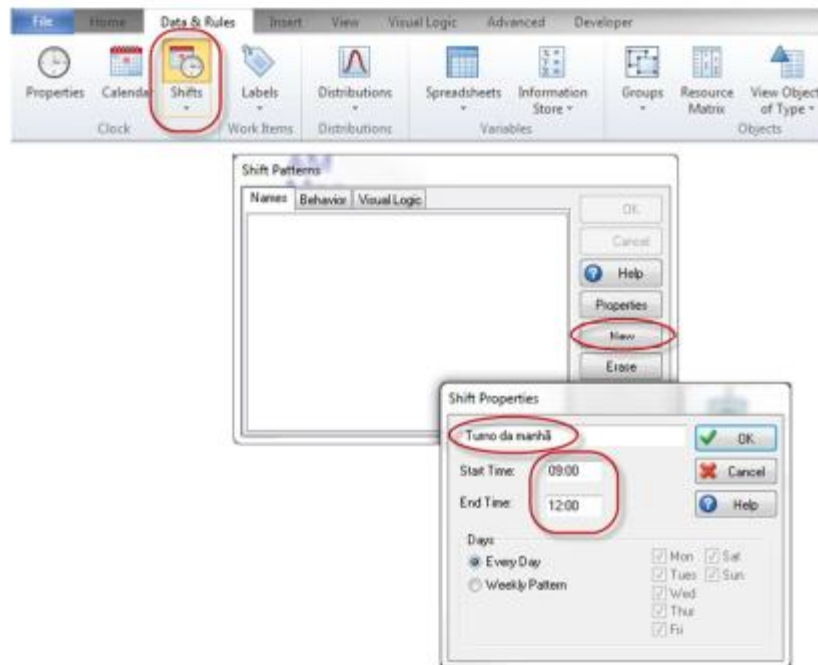
Como principal medida de desempenho do resumo de resultados, considere o total de peças produzidas no período total de simulação (Saída - Work Complete).





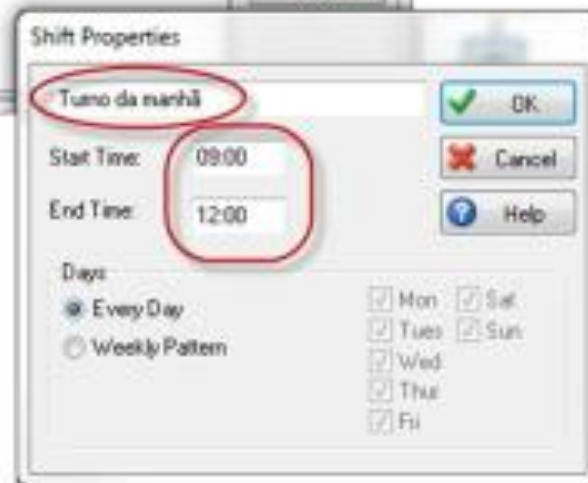
# Turnos de Trabalho

Considere, agora, que há dois turnos de trabalho, um das 9:00 às 12:00 (turno da manhã) e outro das 12:00 às 17:00 (turno da tarde), sendo que 3 operadores estão disponíveis no primeiro turno e apenas 2 operadores estão disponíveis no segundo turno. Para representar esta situação, acesse o menu Data and Rules e, em seguida, Shifts, para definir os 2 turnos de trabalho, para o caso do turno da manhã (clique no botão New para inserir os dados de cada turno).





# Turnos de Trabalho





# Turnos de Trabalho

Resource Properties

Properties Visual Logic

Operário

Number of this type of resource available: 2

Shift Dependent  Pool Resource  Auto adjust replicate levels  Schedule Sheet

Members

Carbon Finance Erase

OK Close Help Memo Results Travel Graphics Find Availability

Shift Availability

Shift:

3	Turno da manhã
2	Turno da tarde

Availability: 2

Shift Work Patterns

OK Cancel Help

# Opções Detalhadas de Recursos



Activity Properties

Activity 4

Timing [minutes]

Average: 10

Distribution: Average

New Partial

High Volume

Finance

Erase

Carbon

On State Change

OK

Cancel

Help

Memo

Results

Efficiency

Routing In Out

Actions

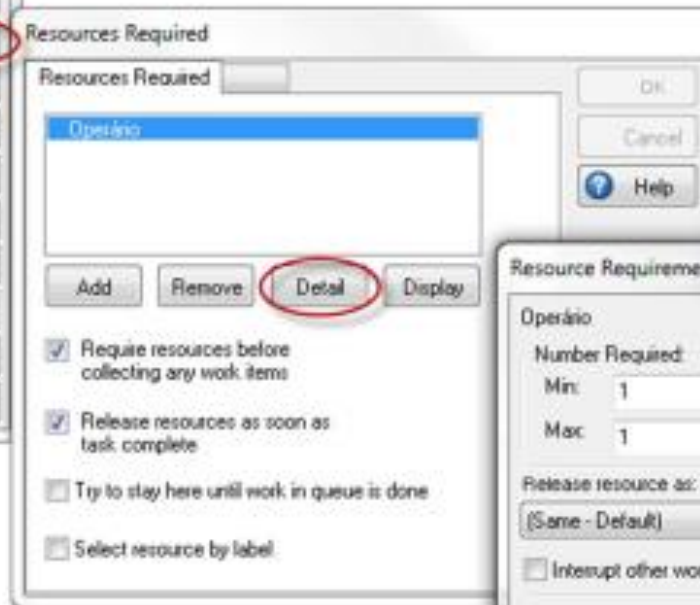
Priority

Replicate = 1

Contents

Graphics

Shifts



Resources Required

Resources Required

Operário

Add Remove Detail Display

Require resources before collecting any work items

Release resources as soon as task complete


Try to stay here until work in queue is done

Select resource by label

OK

Cancel

Help



Resource Requirements - Detail

Operário

Number Required:

Min: 1

Max: 1

Release resource as:

(Same - Default)

Interrupt other work if necessary

Normal: Require and Release the Resource here

Require here, but do not Release the Resource

Only Release the Resource here

Display Only (do not affect logic)

OK

Cancel

Help

Libera o recurso ao final da atividade

Apropria o recurso mas não o libera

Libera um recurso atribuído à entidade e em uma outra Activity

Não atribui o recurso (apenas para animação)



# Opções Detalhadas de Recursos

O primeiro campo da janela de detalhamento define as quantidades mínima e máxima de recursos que podem ser alocadas para a atividade. Por exemplo, se pudermos alocar de 1 a 4 recursos, o SIMUL8 considerará que o tempo configurado no Activity para a realização da tarefa equivale à situação em que há apenas um recurso trabalhando. Se for possível alocar 2 recursos, o tempo de execução será dividido por 2; se for possível alocar 3 recursos, o tempo de execução será dividido por 3, e assim por diante. Assim, o número mínimo de recursos alocados será a referência para que o SIMUL8 calcule o tempo de execução da atividade.





# Opções Detalhadas de Recursos

A Oplogic é uma transportadora que possui um centro de distribuição (CD), na cidade de Uberlândia/MG. No CD, os intervalos de tempo entre chegadas sucessivas de pedidos de entregas são exponencialmente distribuídos, com média de 4 horas. Os pedidos são despachados em 3 tipos de veículos: vans, caminhões médios e caminhões pesados. A distribuição dos pedidos de carga é de 50% para as vans, 30% para os caminhões médios e 20% para os caminhões pesados. Existem 10 carregadores disponíveis para o carregamento dos veículos. Para carregar uma van são necessários 2 carregadores, enquanto os caminhões médios e pesados exigem 4 carregadores. Os tempos de carregamento, tanto das vans quanto dos caminhões médios, seguem uma distribuição normal com média de 100 minutos e desvio padrão de 30 minutos. Para carregar um caminhão pesado, os carregadores gastam um tempo que segue uma distribuição normal com média de 130 minutos e desvio padrão de 45 minutos. A frota de veículos é composta por 3 vans, 2 caminhões médios e 2 caminhões pesados. Para serem carregados, os veículos devem estar necessariamente posicionados em uma doca. O centro de distribuição possui 5 docas, sendo 2 pequenas (para vans) e 3 grandes (para caminhões médios e pesados). Os tempos de deslocamento entre a distribuidora e os clientes (ida e volta) estão uniformemente distribuídos entre 180 e 300 minutos para as vans e os caminhões médios e entre 240 minutos e 480 minutos para os caminhões pesados.





# Opções Detalhadas de Recursos

O objetivo do modelo de simulação é verificar se este sistema irá impor atrasos significativos às entregas dos pedidos. O atraso médio (tempo de permanência no sistema) deverá ser em torno de 6 horas. Considere o tempo de simulação de 1 semana (10.080 minutos). Para efetuar a divisão percentual entre vans, caminhões médios e caminhões pesados, utilize no objeto chegada a opção Routing out percent para inserir a porcentagem para cada tipo de veículo.