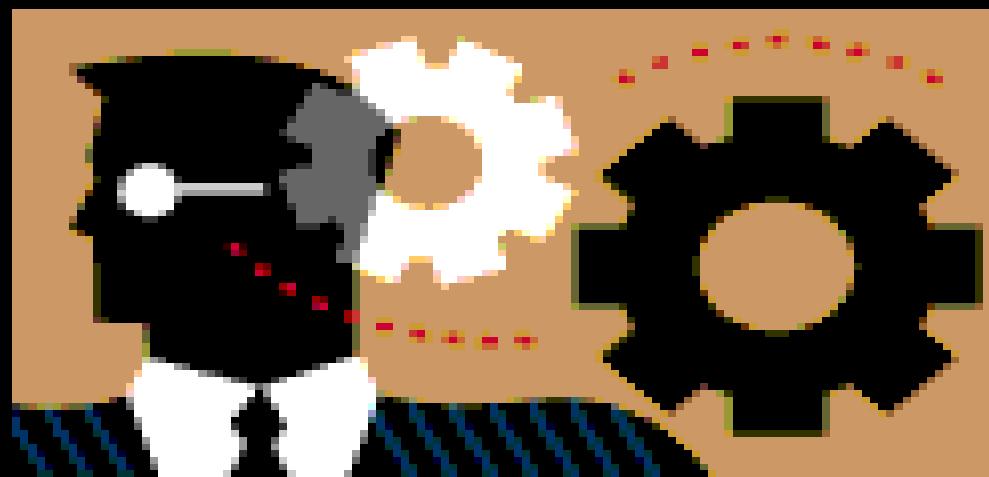


Uso do Arena em Simulação

UFPB – Engenharia de Produção



Felipe de Melo Duarte

Visão Geral do Arena

- O Arena possui um conjunto de blocos que são utilizados para se descrever uma aplicação real;
- Para simplificar o processo de construção de modelos, o Arena usa uma interface gráfica para o usuário.
- O Arena possui as seguintes ferramentas:
 - - Analisador de dados de entrada (*Input Analyser*)
 - - Analisador de resultados (*Output Analyser*)
 - - Visualizador da simulação (*Arena Viewer*)
 - - Execução em lotes (*Scenario Manager*)

Visão Geral do Arena

- O sistema a ser modelado é visualizado como constituído de um conjunto de estações de trabalho que prestam serviços a clientes que se movem através do sistema.
- Programação Visual
 - **Lógica:** Monta-se um programa utilizando comandos
 - **Animação:** São colocados desenhos e símbolos para representar as estações de trabalho e os caminhos por onde passam as entidades. O Arena simula a evolução do tempo e movimenta a entidade pelos caminhos e estações.

Análise de Dados de Entrada *(Input Analyser)*

- **Dados de entrada** são as informações do cenário real a serem submetidas a um modelo Arena.
- **Submetendo os Dados pela Primeira Vez**
 - O *Input Analyser* trabalha com dois arquivos:
 - .DST: Criado pelo usuário;
 - .DFT: Criado pelo *Input Analyser* quando da primeira submissão.

Análise de Dados de Entrada (*Input Analyser*)

- Após criar e abrir o arquivo auxiliar .DFT
- Para verificar qual distribuição estatística melhor se adapta aos dados reais, seleciona-se FIT e, a seguir, FIT ALL;
- O Arena vai analisar os dados reais e compará-los com todas as distribuições estatística disponíveis, apresentando a distribuição que melhor se adapta aos dados reais;
- A técnica estatística utilizada é a do “quadrado da diferença” (*square error*), que é uma estimativa de quão bem os dados de entrada se comparam com os da distribuição teórica.

Criando Modelos

➤ Elementos Básicos

- Entidades (*Entities*) – São objetos que se movem pelo sistema. Cada entidade possui características próprias, que consituem os atributos;
- Estações de trabalho (*Stations*) – Para criar estações de trabalho utiliza-se os módulos *Server*, *AdvServe*, *Enter* ou *Station*, em que pode-se ter um servidor que presta serviço à entidade ou uma fila em que a entidade espera pelo serviço do servidor;

Criando Modelos

➤ Elementos Básicos

- Recursos (*Resources*) – Recursos são elementos do sistema que prestam serviço a uma entidade. Geralmente pertencem a uma estação e somente trabalham dentro dela, mas pode-se ter situações em que um mesmo recurso trabalha em diversas estações;
- Filas (*Queues*) – São utilizadas para reter entidades quando elas não podem continuar seu trajeto por algum motivo;
- Armazenagem (*Storage*) – Assim como as filas, são utilizadas para reter entidades;

Criando Modelos

➤ Elementos Básicos

- Transportadores e correias (*Transporters e conveyors*) - Utilizadas para deslocar entidades entre estações;
- Conjuntos (*Sets*) – Através de conjuntos pode-se agrupar elementos semelhantes e referenciá-los por um nome comum;
- Fluxo de entidades – *Informar como uma entidade deve se deslocar entre os módulos*;
- Seqüências (*Sequences*) – Pode-se definir diversas rotas de sequências para uma entidade em uma única tabela criada pelo módulo *Sequence*;

Criando Modelos

➤ Elementos Básicos

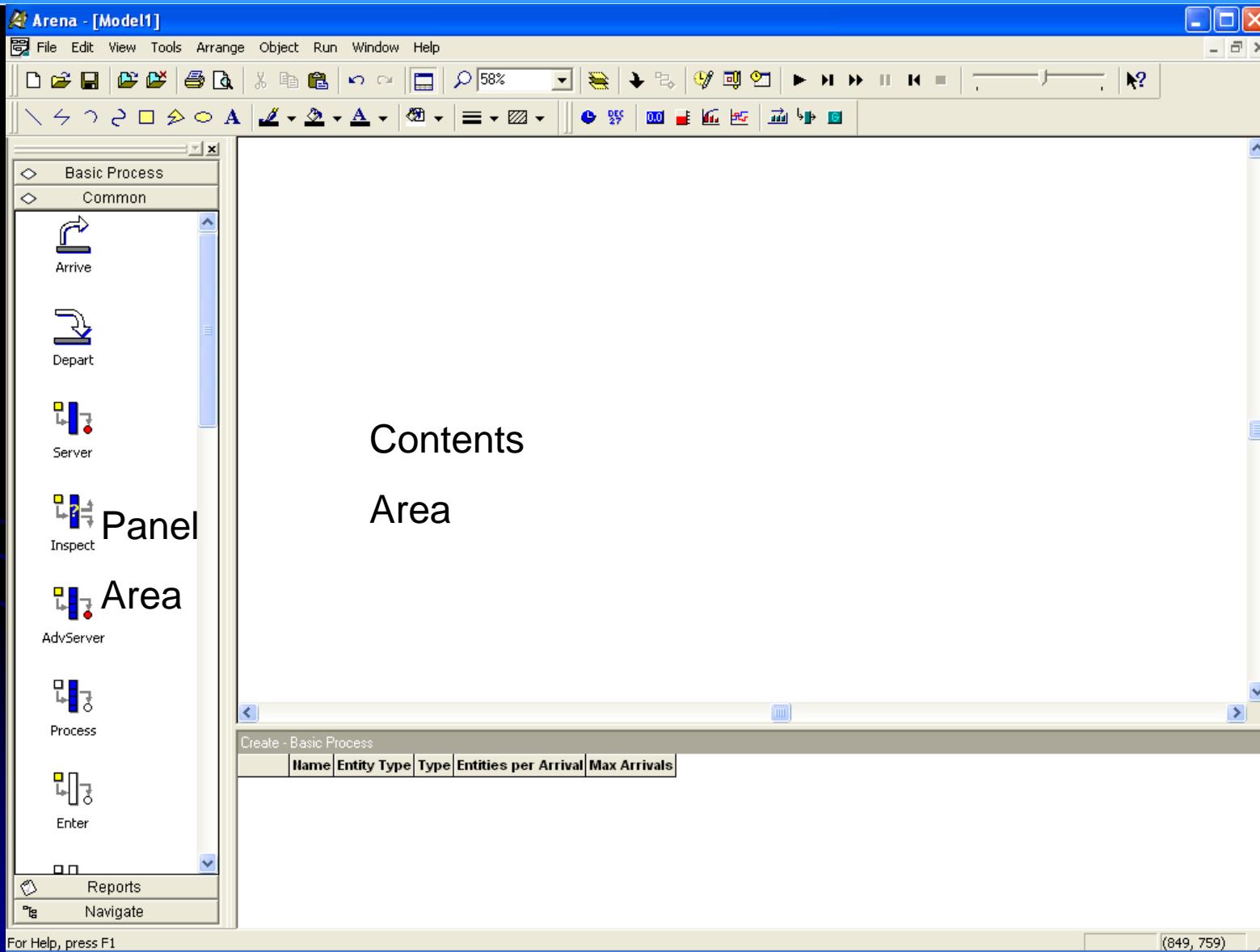
- Estatísticas – Dados estatísticos sobre a execução;
- Variáveis – Para armazenamento de valores;
- Animação – Recursos de animação para os diversos elementos;
- Painéis (*Templates*) – Para montar um modelo com o Arena utiliza-se blocos que estão localizados em painéis ou *Templates*. Logo, para construir um modelo necessita-se *attachar* (*FILE + TEMPLATE PANNEL + ATTACH*) os painéis ao modelo.

Diagrama de Blocos

- A técnica utilizada pelo Arena para montar qualquer modelo é a programação visual, em que o fluxo do sistema é criado na forma de um diagrama de blocos, que correspondem à ocorrência de eventos a um cliente genérico que flui pelo sistema sendo modelado.



Áreas de Trabalho



Criando Modelo - Exemplo

Fábrica de Roupas

➤ Dados do Processo de Produção:

- Chegada de pedidos segundo Expo(15);
- Tempo de corte segundo Tria(8,10,12);
- Tempo de costura segundo Trial(18,22,28);
- Tempo de Inspeção igual a 2 minutos;
- Índice de rejeição, na inspeção, igual a 20%;
- Tempo de deslocamento entre Corte e Costura igual a 2 minutos;
- Tempo de deslocamento entre Inspeção e Costura igual a 2 minutos;

Criando Modelo Fábrica de Roupas

➤ Dados do Processo de Produção:

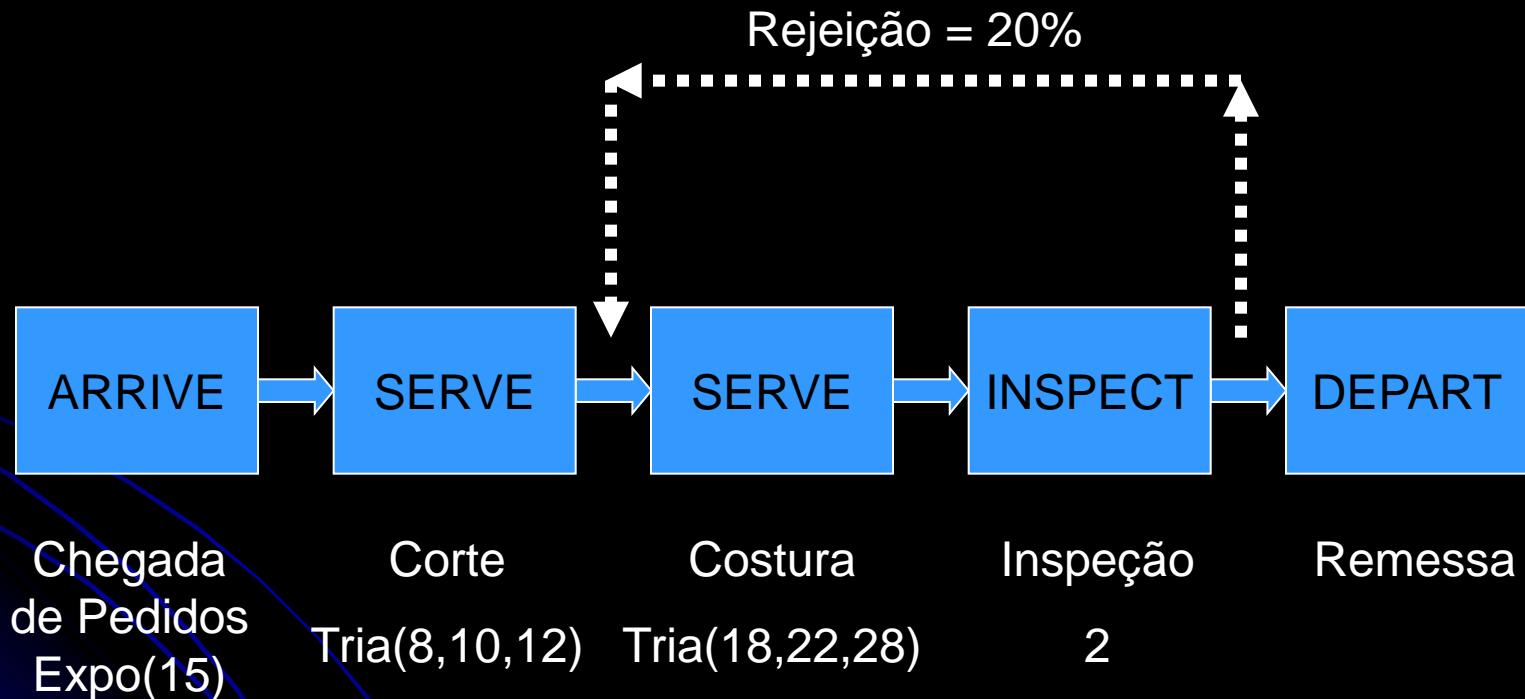
- Tempo de deslocamento entre Costura e Inspeção igual a 2 minutos;
- Tempo de deslocamento entre Inspeção e Remessa igual a 2 minutos.

➤ Deseja-se saber:

- O tempo médio de confecção de uma peça de roupa;
- A produção em 600 minutos (10 horas).

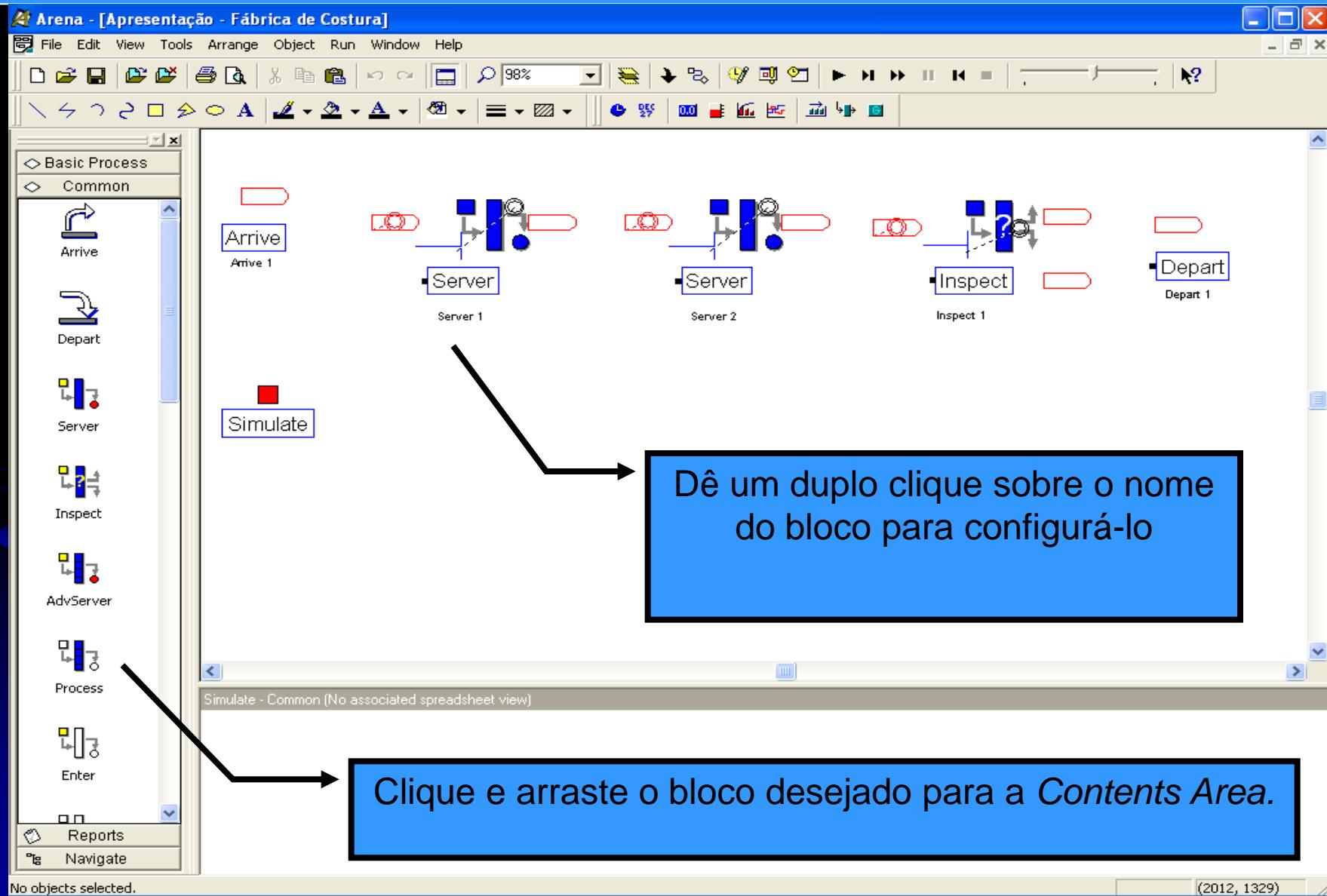
Criando Modelo Fábrica de Roupas

➤ Diagrama de Blocos:



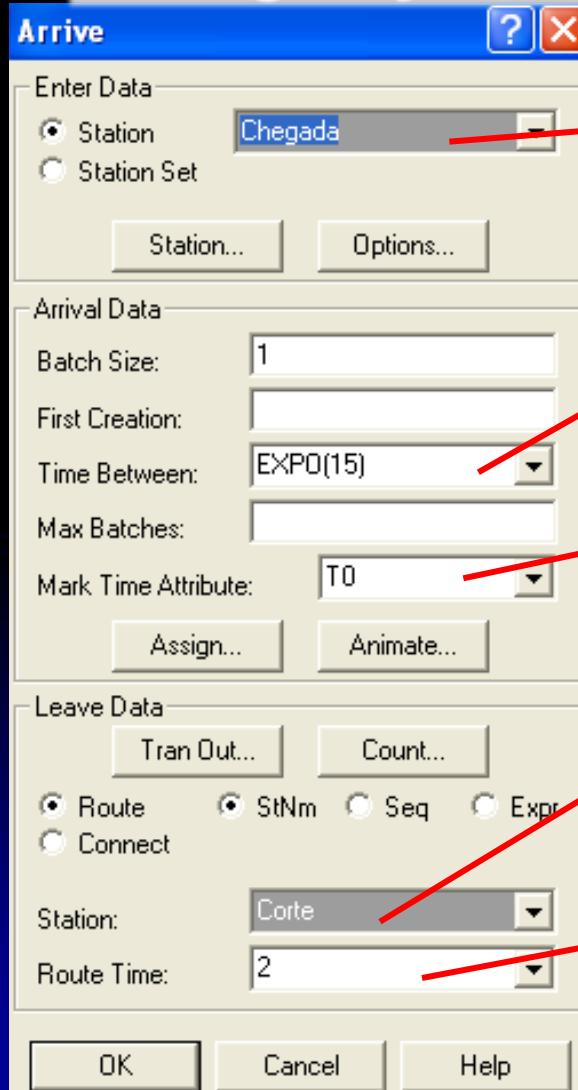
Criando Modelo

Fábrica de Roupas



Criando Modelo Fábrica de Roupas

➤ Configuração - Chegada de Pedidos (Bloco ARRIVE):



Nome da estação

Distribuição estatística

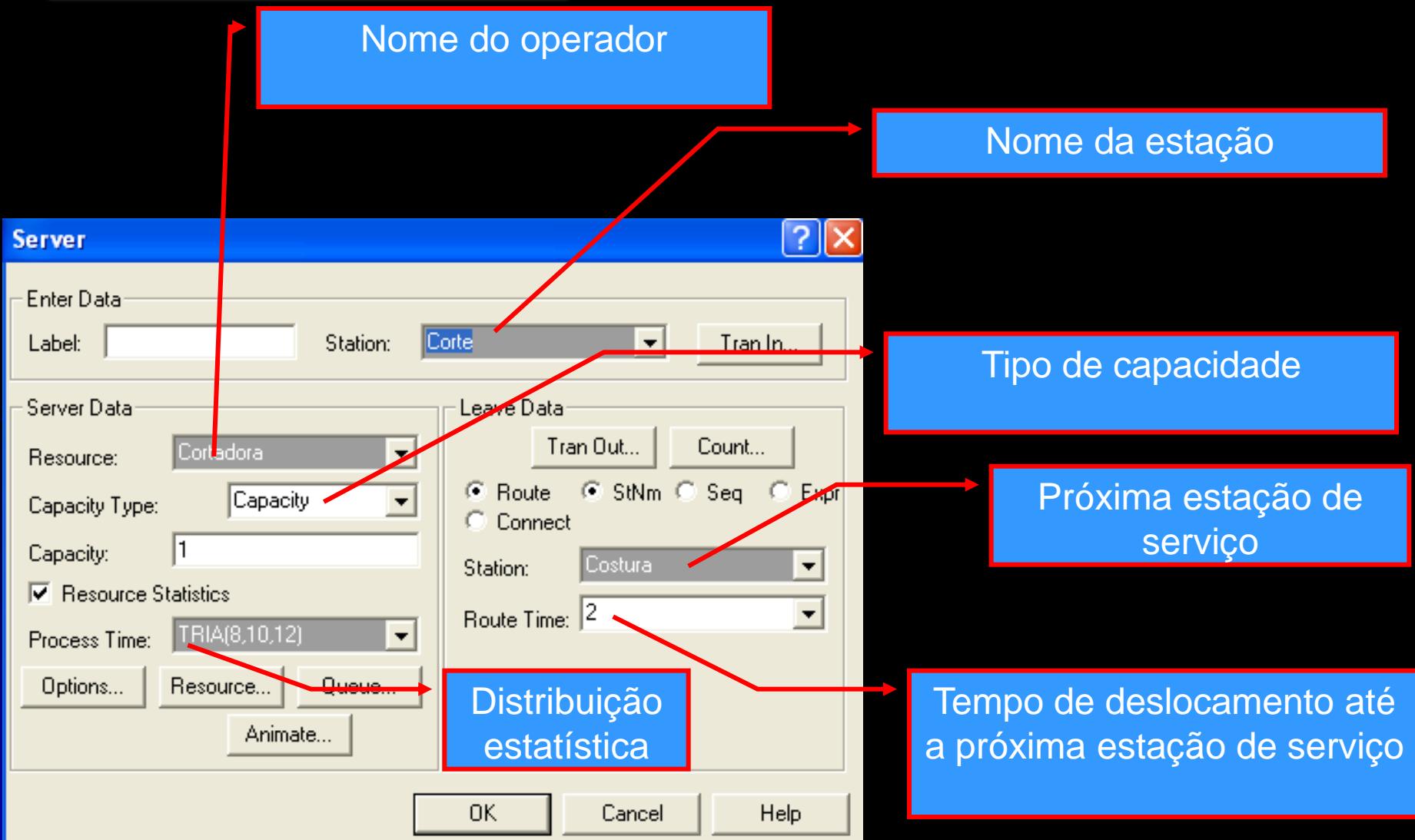
Atributos

Próxima estação de serviço

Tempo de deslocamento até
a próxima estação de serviço

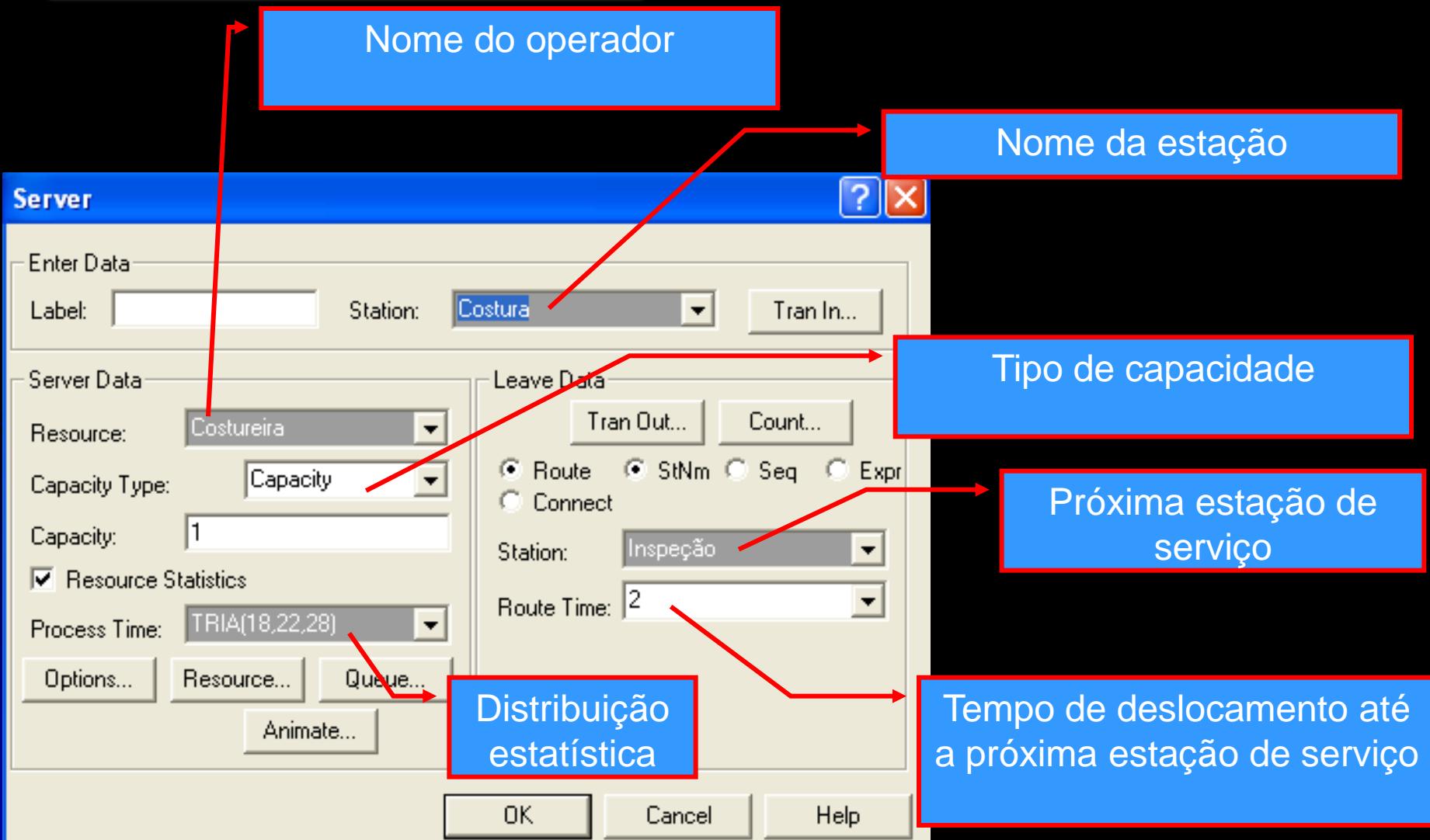
Criando Modelo Fábrica de Roupas

➤ Configuração - Corte:



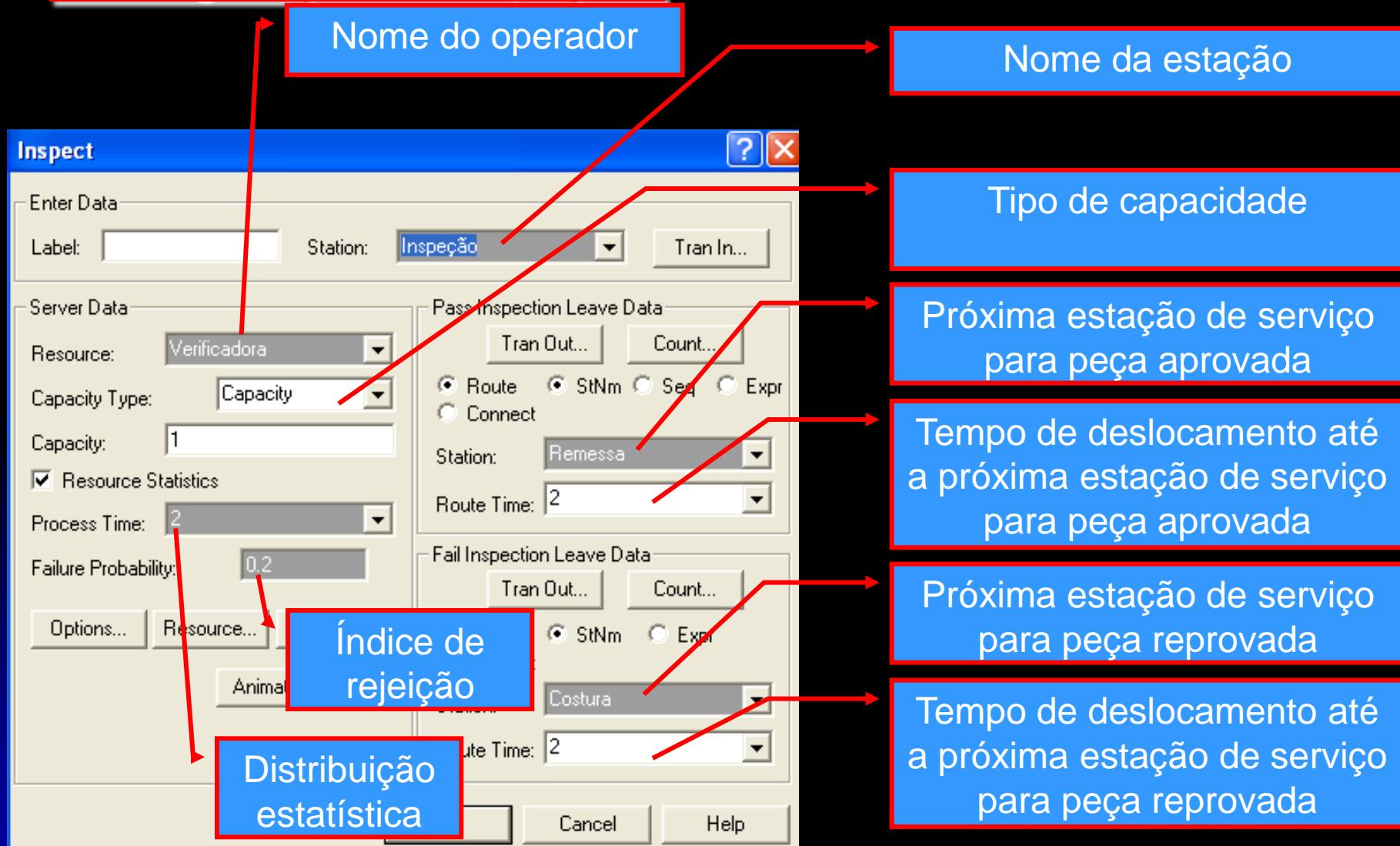
Criando Modelo Fábrica de Roupas

➤ Configuração – Costura:



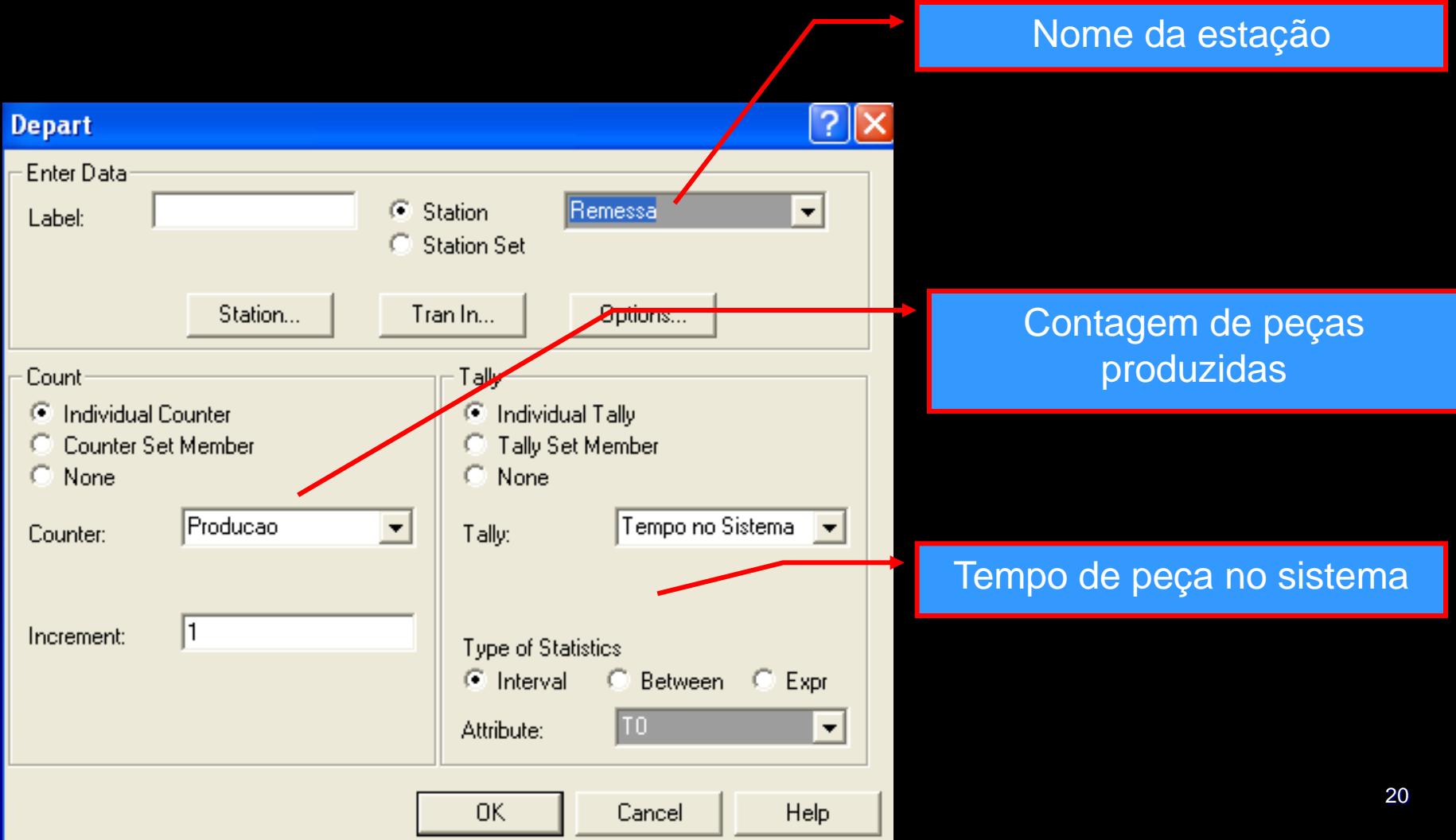
Criando Modelo Fábrica de Roupas

➤ Configuração – Inspeção:



Criando Modelo Fábrica de Roupas

➤ Configuração – Remessa:



Análise de Dados de Saída

- Para se efetuar uma análise sobre o resultado de uma simulação, é conveniente que estes dados sejam realmente representativos do processo, ou melhor, que o tamanho da amostra seja adequada;
- Rodar o modelo com maiores tempo de ciclo pode garantir que o mesmo é estável.

Simulação do Processo de Surfaçagem

Etapa 1: Estoque

100 Bls. 50x1 de 59.001 à 57.000 - 01/3003

A PREENCHER PELO CLIENTE PARA USO DA		O/S DO CLIENTE N°	ORDEM DE SERVIÇO N°														
		Nº 55943															
NOME DO USUÁRIO:																	
CLIENTE:		FONE:															
ENDEREÇO:		Nº:	CIDADE:														
U.F.:																	
LADO	ESF.	CIL.	EIXO	D.N.P.	ADIÇÃO	DIAM.	ALTURA		ASSINALE A INFORMAÇÃO CORRESPONDENTE								
							PEL.	C.O.	TIPO DE LENTE	V.SIMPLES	BIFOCAL	PROGRESSIVA	ASFÉRICA				
O.D.									MATERIAL	CRISTAL	RESINA	TRANS.	POLY	INCOL.	COLOR	FOTO	
O.E.									ÍNDICE	1.5	1.523	1.580	1.6	1.7	1.8	1.9	
ARMAÇÃO																	
MARCA:			MODELO:			TAMANHO:			CÓD. REF.:								
COLORAÇÃO =			ROSA <input type="checkbox"/>	VERDE <input type="checkbox"/>	CINZA <input type="checkbox"/>	MARROM <input type="checkbox"/>	OUTROS: _____										
CENTRO DA PONTE																	
DESENHO O MODELO DA LENTE (OLHO DIREITO)																	
<input type="checkbox"/> ARO TOTAL <input type="checkbox"/> FIO DE NYLON <input type="checkbox"/> PARAFUSADA																	
OBSERVAÇÕES: _____																	
ENTREGUE EM			ASSINATURA DO CLIENTE			PROMETIDO PARA			ASSINATURA DA			RECEIDI EM			ASSINATURA DO CLIENTE		
<u> </u>			<u> </u>			<u> </u>			<u> </u>			<u> </u>			<u> </u>		

Simulação do Processo de Surfaçagem

Etapa 2: Cálculo



Simulação do Processo de Surfaçagem

Etapa 3: Blocagem



Simulação do Processo de Surfaçagem

Etapa 4: Desbastamento



Simulação do Processo de Surfaçagem

Etapa 5: Lapiamento



Simulação do Processo de Surfaçagem

Etapa 6: Polimento



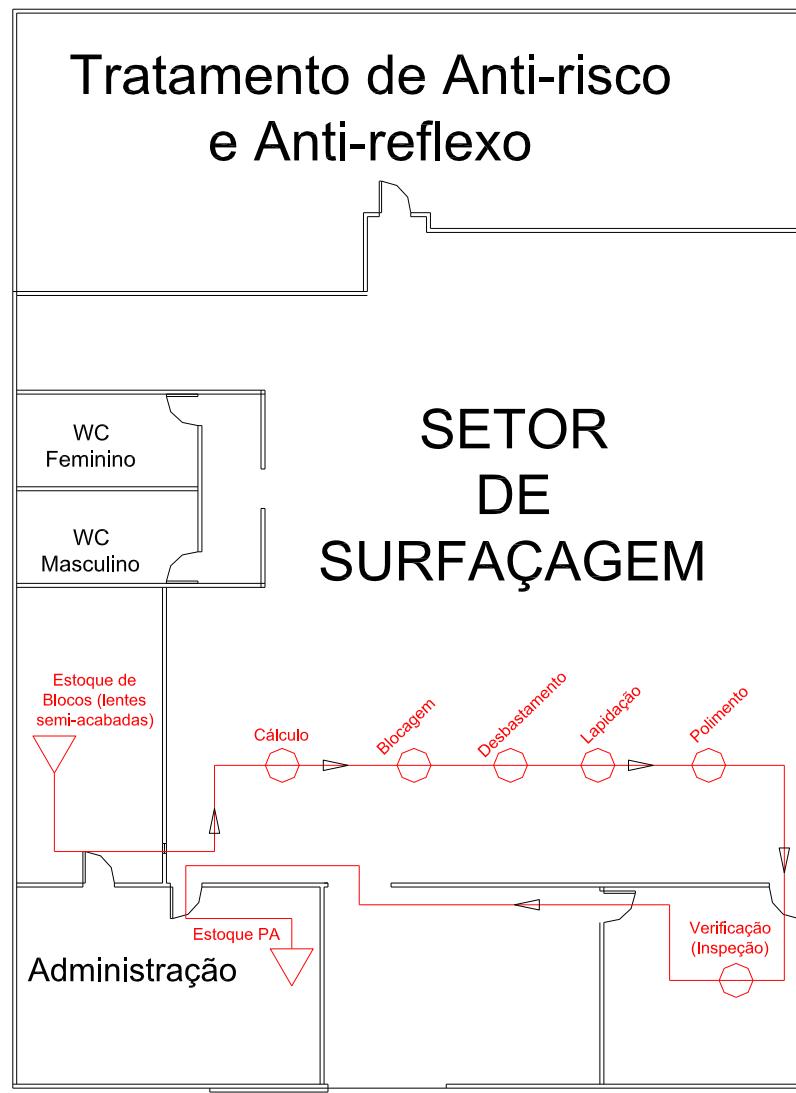
Simulação do Processo de Surfaçagem

Etapa 7: Inspeção



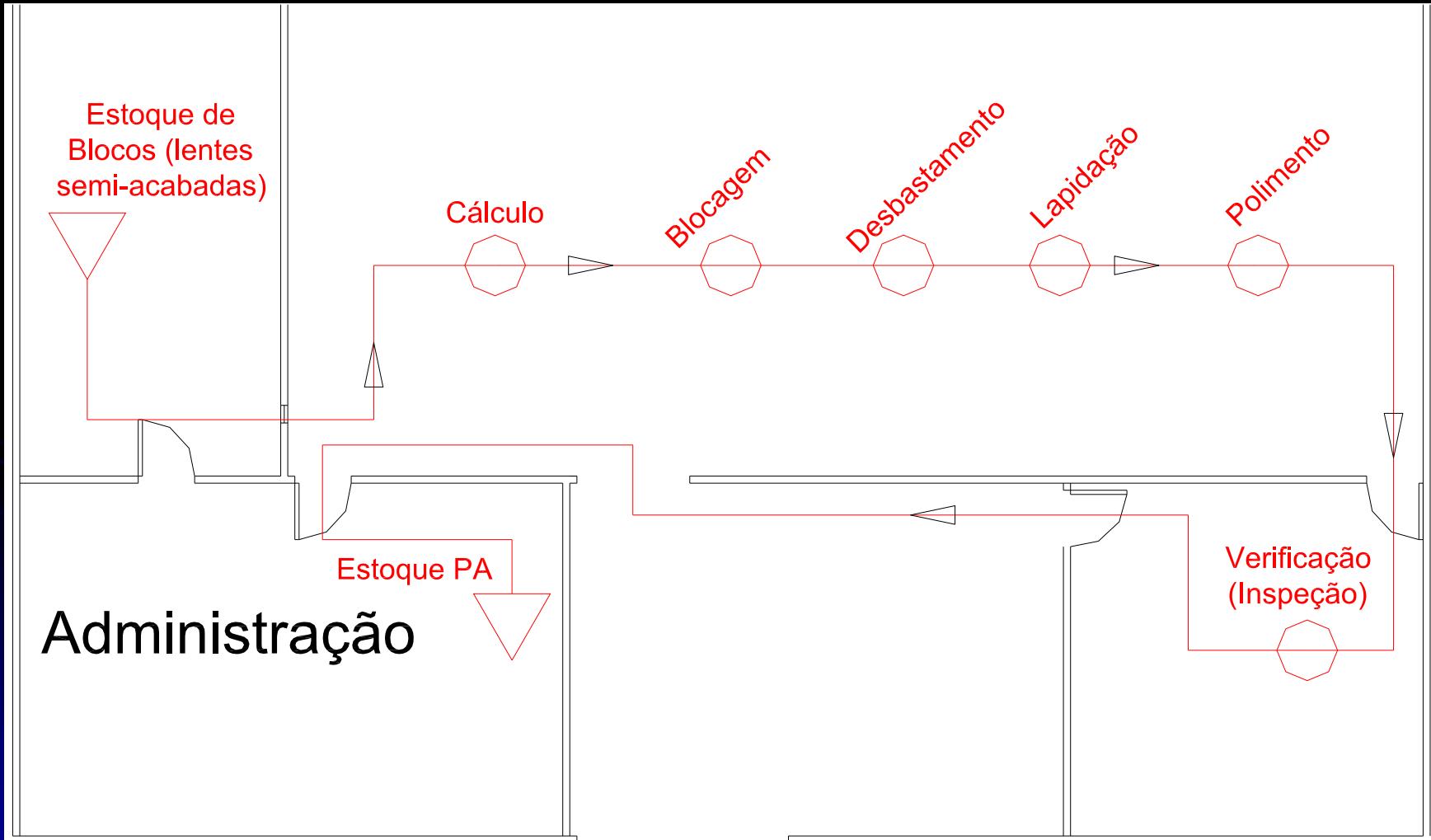
Simulação do Processo de Surfaçagem

Mapofluxograma



Simulação do Processo de Surfaçagem

Mapofluxograma



Simulação do Processo de Surfaçagem

Formulação do Problema

- O intervalo de tempo entre as chegadas de pedidos foi um valor estocástico;
- Cada pedido que chegava ao processo deveria passar por sete etapas;
- O tempo gasto por um pedido em cada etapa do processo foi um valor estocástico.

Simulação do Processo de Surfaçagem

Formulação do Problema

Questões a Serem Respondidas:

- **Tempo médio de processamento;**
- **Tempo médio em fila;**
- **Tamanho médio de fila.**

Simulação do Processo de Surfaçagem

Formulação do Problema

Configuração do Sistema Modelado:

- Entidades;
- Produto Final;
- Capacidade da Fila;
- Canal de Atendimento;
- Número de Servidores;
- Capacidade de Servidores;
- Estratégias de Admissão;
- Chegada dos Clientes;
- Prioridade da Fila;
- Tamanho da População;
- Taxa de Chegada;
- Taxa de Atendimento;
- Tempo entre Chegadas;
- Tempo de Atendimento.

Simulação do Processo de Surfaçagem

Formulação do Problema

Avaliadores de Desempenho:

- **Tempo médio de processamento**
- **Tempo médio em fila**
- **Tamanho médio de fila**
- **Números de elementos atendidos**

Simulação do Processo de Surfaçagem

Formulação do Problema

Etapas do Processo de Simulação:

- Coleta de Dados e Definição do Modelo
- Validação do Modelo Conceitual
- Construção do Modelo de Simulação e Verificação
- Realização de Execuções Piloto
- Validação do Modelo Programado
- Projeto dos Experimentos
- Execuções das Simulações
- Análise de Resultados

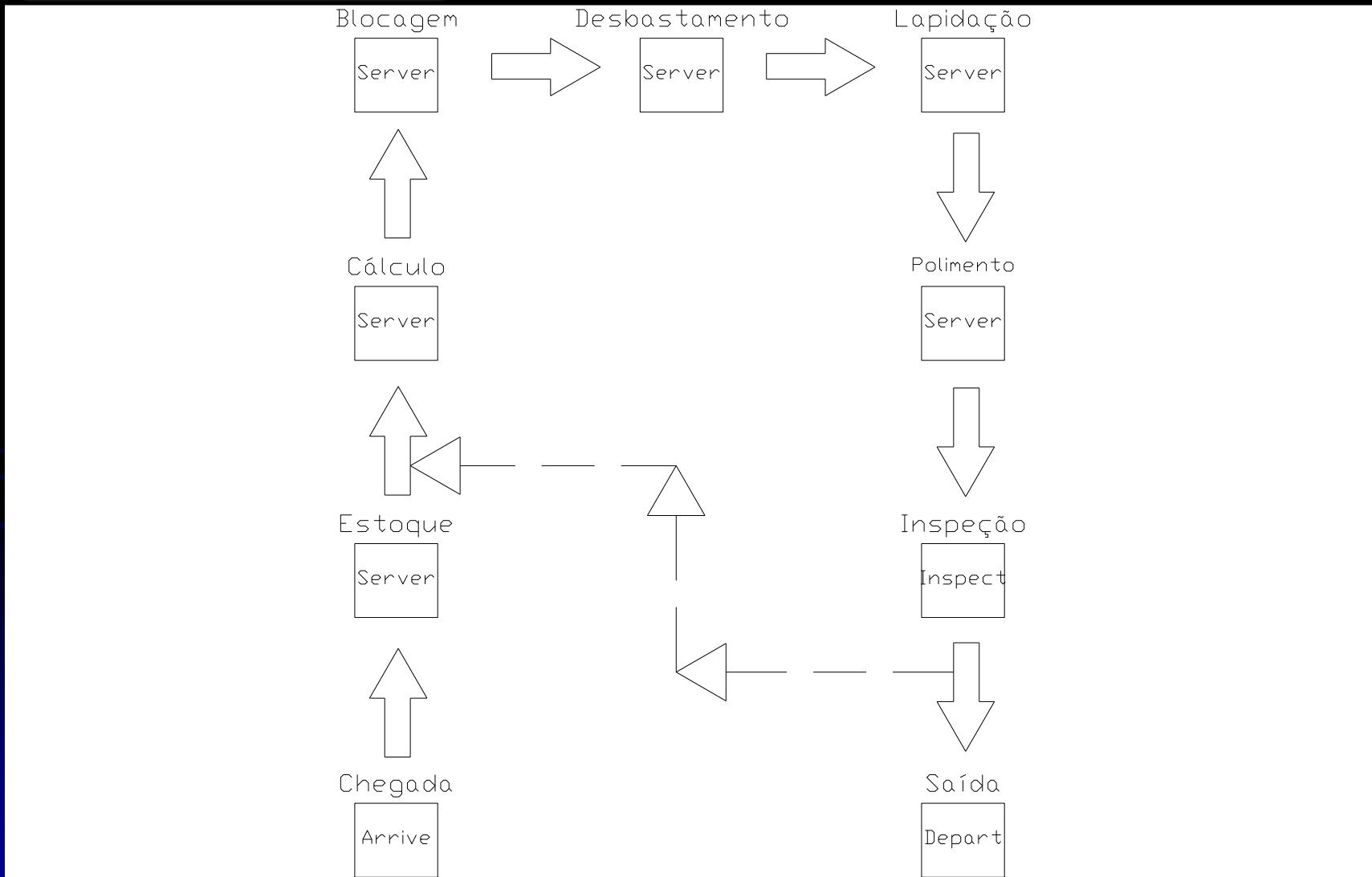
Simulação do Processo de Surfaçagem

Resultados do Input Analyser:

Chegada	$289 + \text{gama}(7.03, 1.18)$
Estoque	$80.5 + 19 \times \text{beta}(2.04, 1.47)$
Cálculo	$13.5 + 3 \times \text{beta}(1.76, 1.97)$
Blocagem	$140 + 6 \times \text{beta}(1.2, 1.1)$
Desbastamento	$171 + 19 \times \text{beta}(1.72, 1.33)$
Lapidação	Triangular(65, 75, 85)
Polimento	Triangular(290, 300, 310)
Inspeção	$61.5 + 38 \times \text{beta}(2.42, 1.49)$

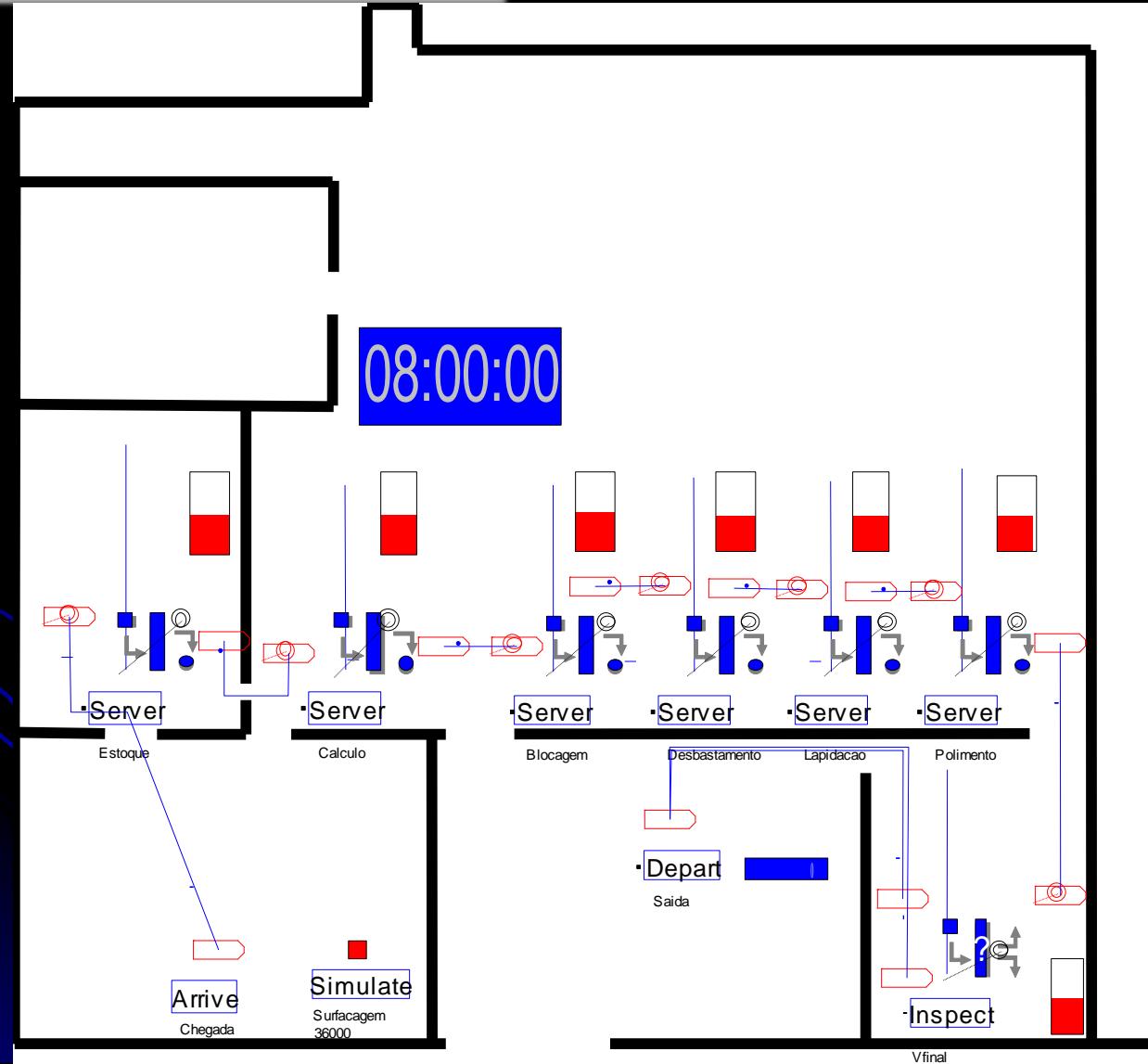
Simulação do Processo de Surfacagem

Diagrama de Blocos:

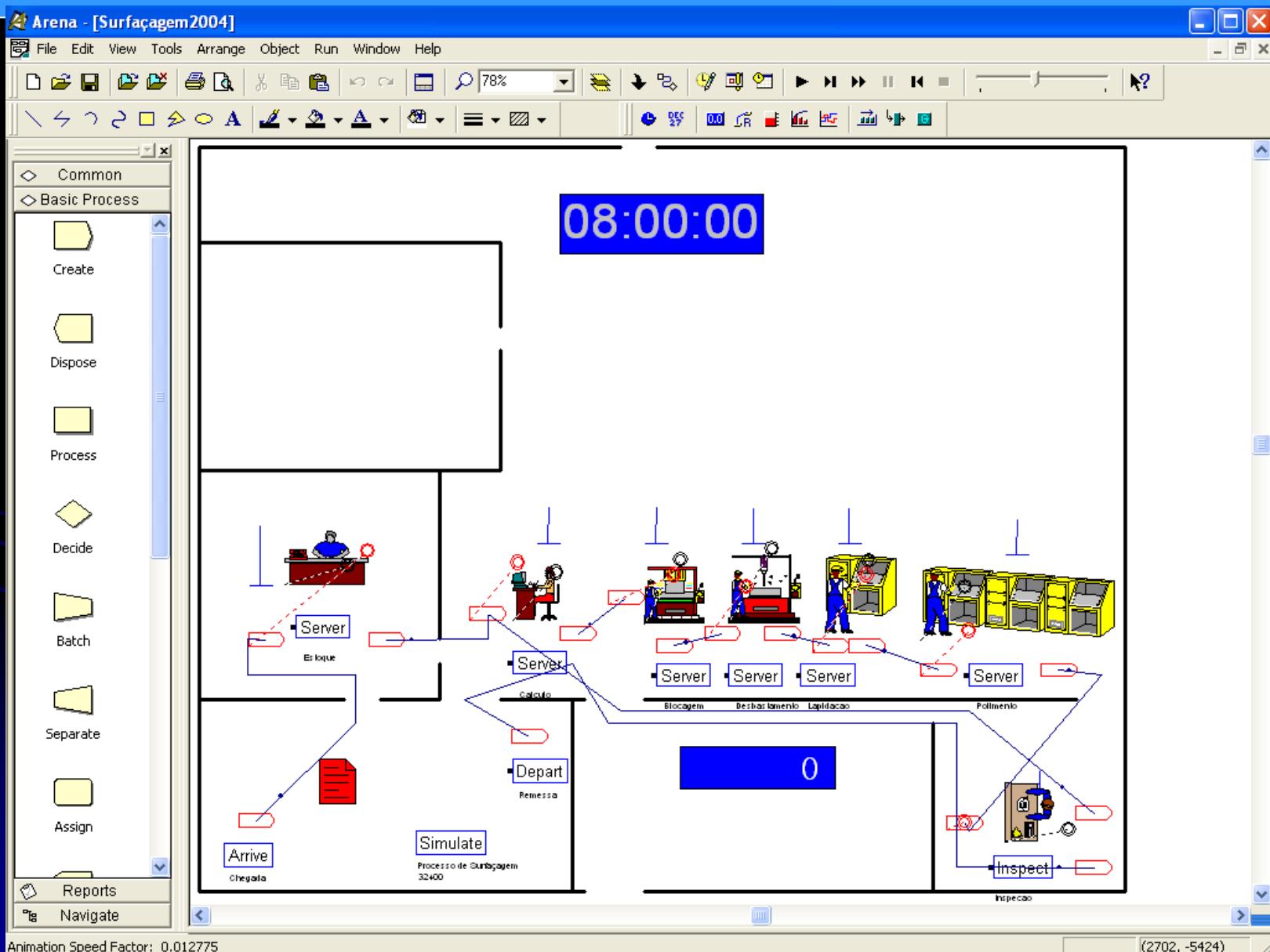


Simulação do Processo de Surfaçagem

Diagrama de Blocos no Arena:



Simulação do Processo de Surfaçagem



Trabalho Prático

Em um setor de uma fábrica, o produto que está sendo fabricado chega para receber componentes adicionais através de um instalador. Após instalados os componentes pelo instalador, o produto é inspecionado por um profissional qualificado. Os produtos que passam na inspeção vão para outro setor da fábrica e os que são rejeitados (20%) vão para um setor de reparo, após o que também vão para o outro setor. Os dados do cenário atual são os seguintes:

Trabalho Prático

- A cada EXPO(40) minutos chega um novo produto ao setor (exponencial negativa);
- O instalador gasta UNIF(25,30) para instalar os componentes;
- O inspetor gasta UNIF(5,10) para inspecionar o trabalho realizado;
- O reparador gasta UNIF(5,15) para efetuar os reparos necessários;
- Todos os tempos de deslocamento são iguais a 1 minuto.

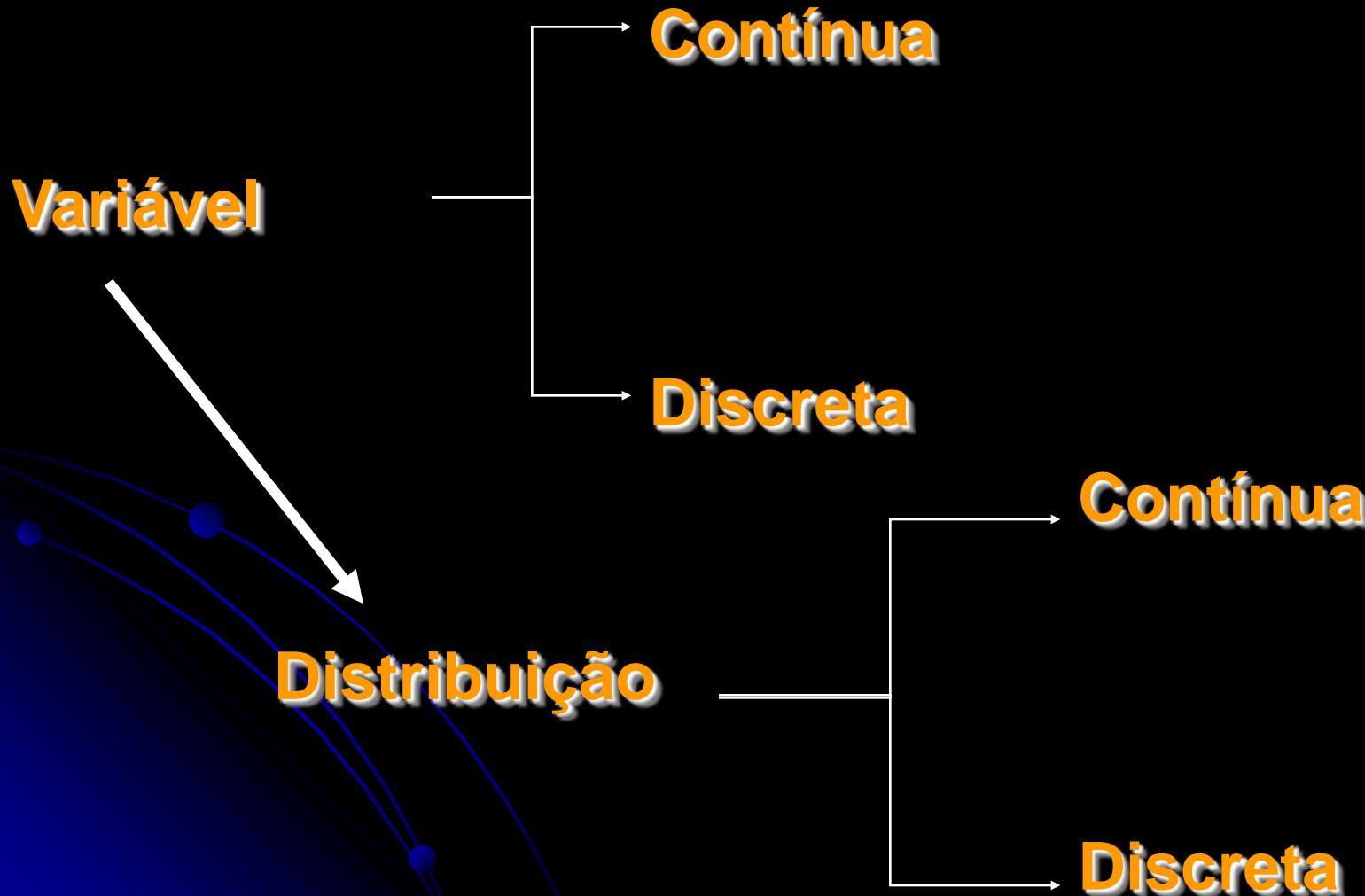
Trabalho Prático

É previsto um aumento das vendas e o novo intervalo entre chegadas será 20 minutos.

Pede-se:

- Redimensione, para o cenário futuro, a quantidade de funcionários de cada setor de modo que a fila seja menor que 4;
- Produção obtida em 1000 minutos e o tempo médio de produção de uma unidade do produto.

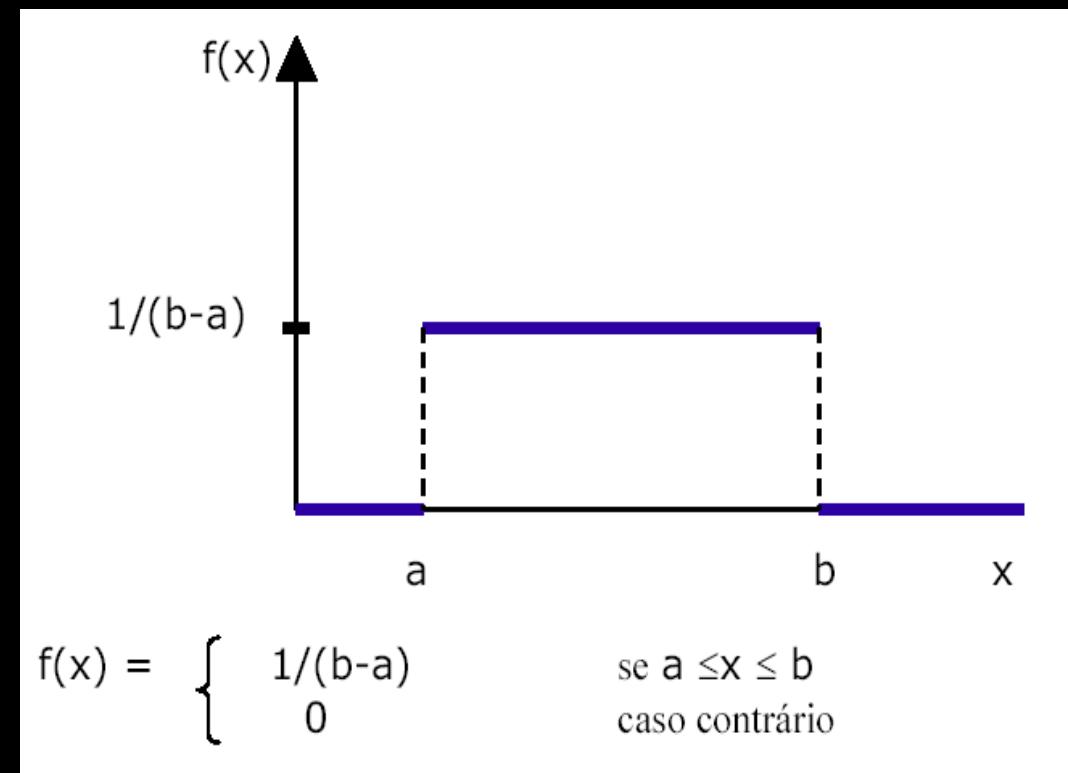
Distribuições de Probabilidade



Distribuições de Probabilidade

Distribuições Contínuas Uniforme

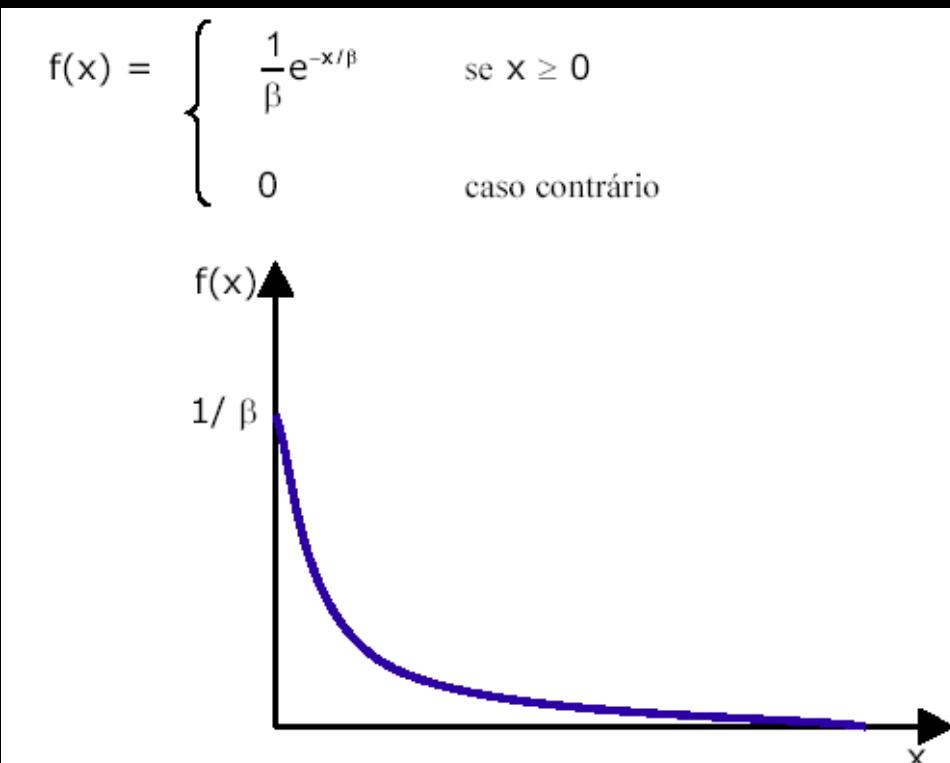
Primeira tentativa
em casos em que
apenas os limites
dos dados são
conhecidos.



Distribuições de Probabilidade

Distribuições Contínuas Exponencial

Intervalos de tempo de chegada de clientes a um sistema, cuja chegada ocorre com uma determinada taxa constante.



Distribuições de Probabilidade

Distribuições Contínuas

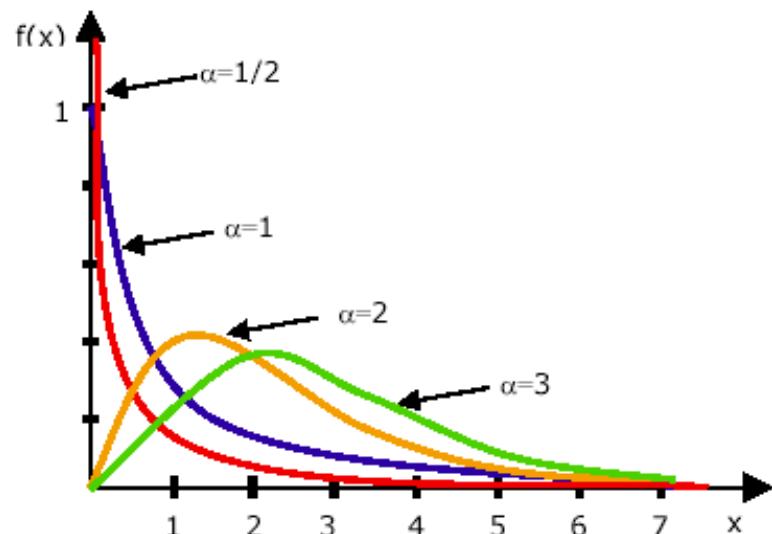
Gama

Tempo para
realizar alguma
tarefa.

$$f(x) = \begin{cases} \frac{\beta^{-\alpha} x^{\alpha-1} e^{-x/\beta}}{\Gamma(\alpha)} & \text{se } x > 0 \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases}$$

sendo $\Gamma(\alpha)$ a função Gama definida como

$$\Gamma(z) = \int_0^\infty t^{z-1} e^{-t} dt \quad \text{para } z > 0$$



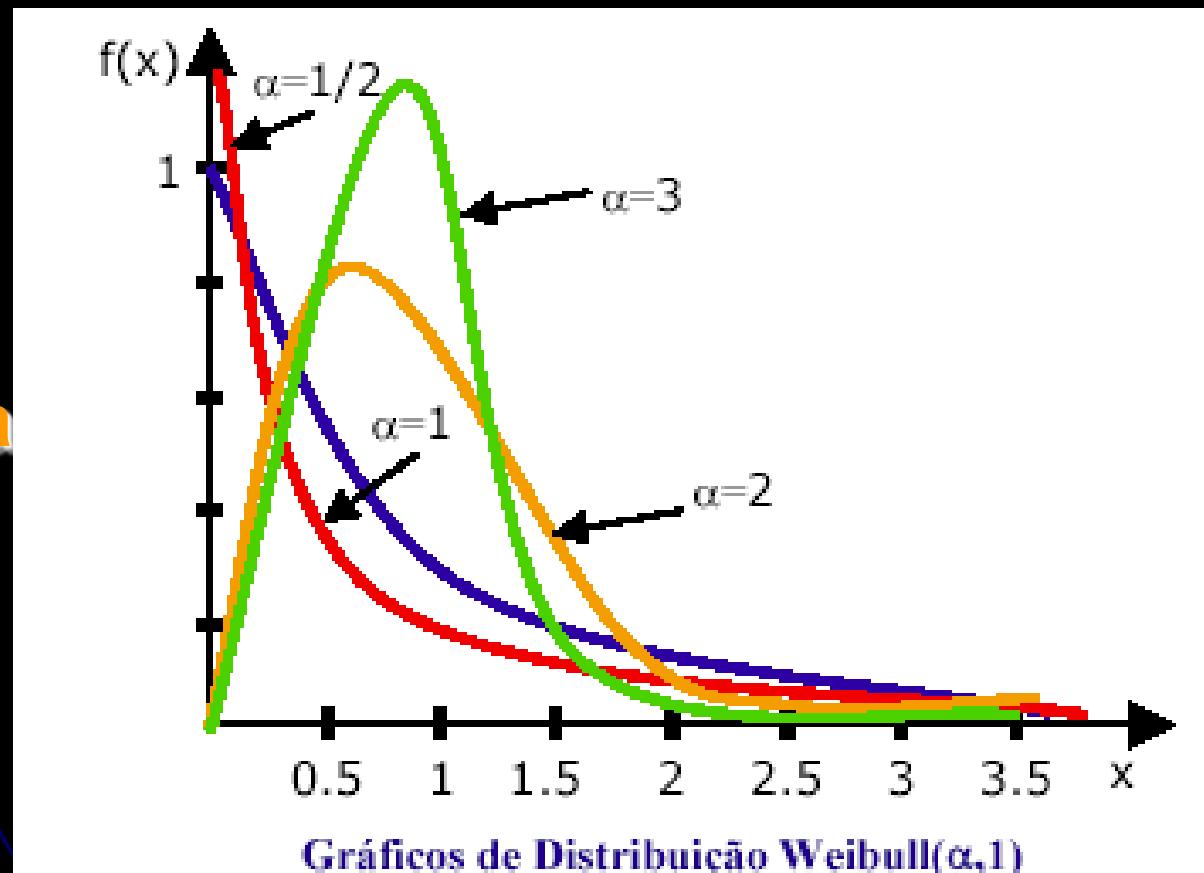
Gráficos da Distribuição Gama($\alpha, 1$)

Distribuições de Probabilidade

Distribuições Contínuas

Weibull

Tempo para
realizar alguma
tarefa.

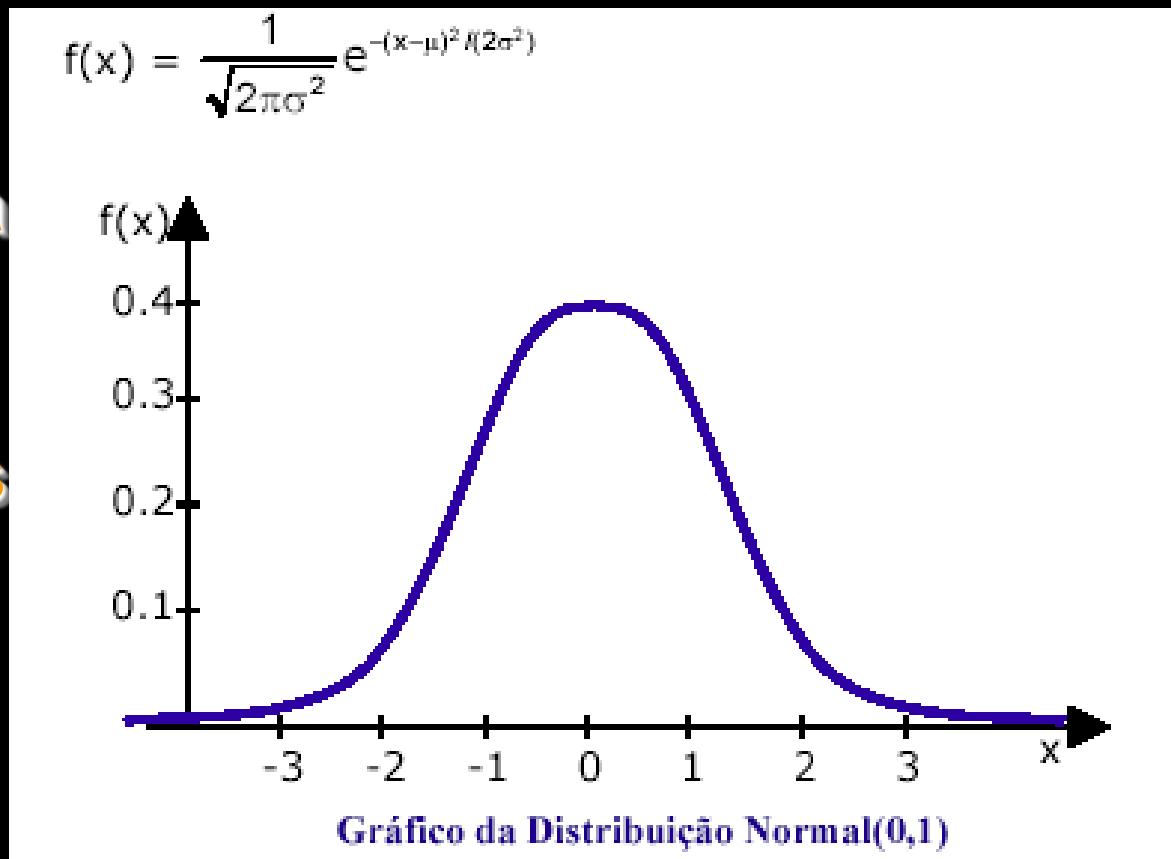


Distribuições de Probabilidade

Distribuições Contínuas

Normal

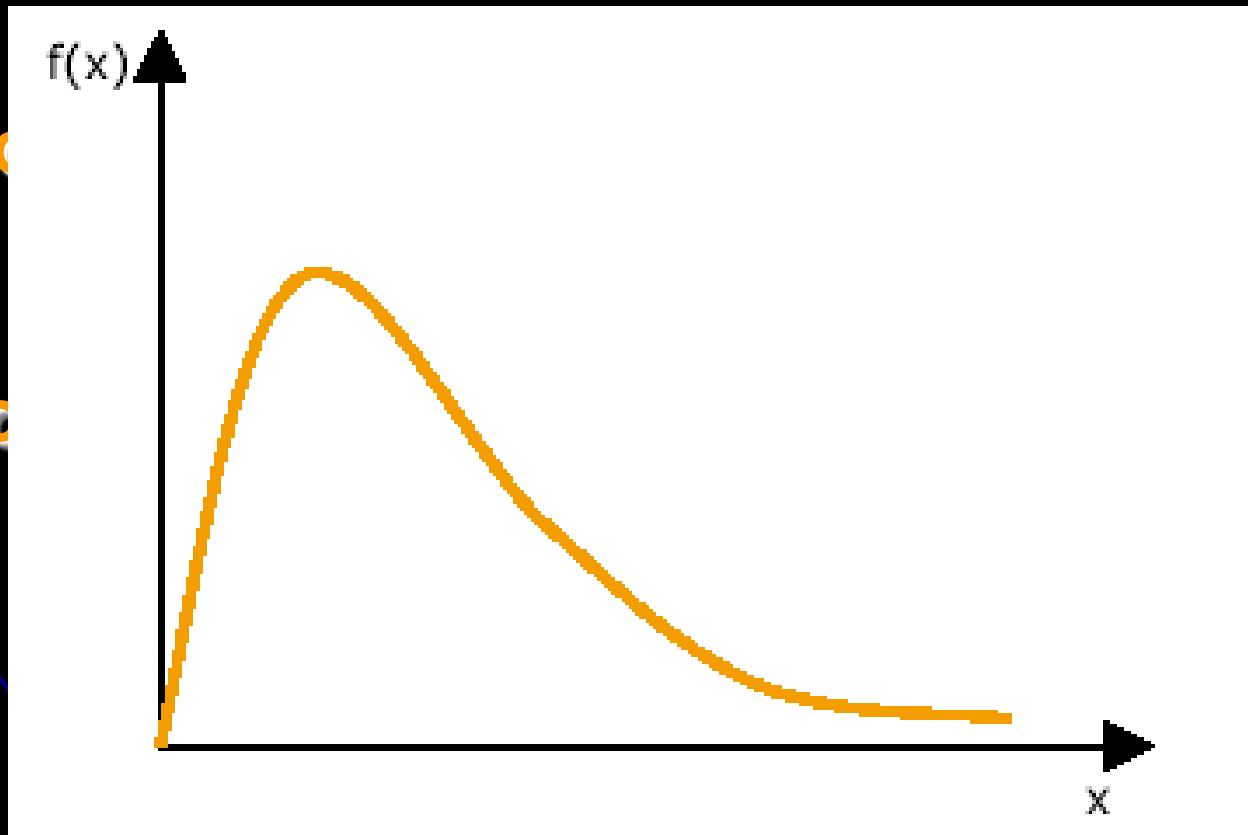
Valores que são a soma de grande número de outros valores.



Distribuições de Probabilidade

Distribuições Contínuas Lognormal

Valores que são o resultado do produto de grande número de outros valores.

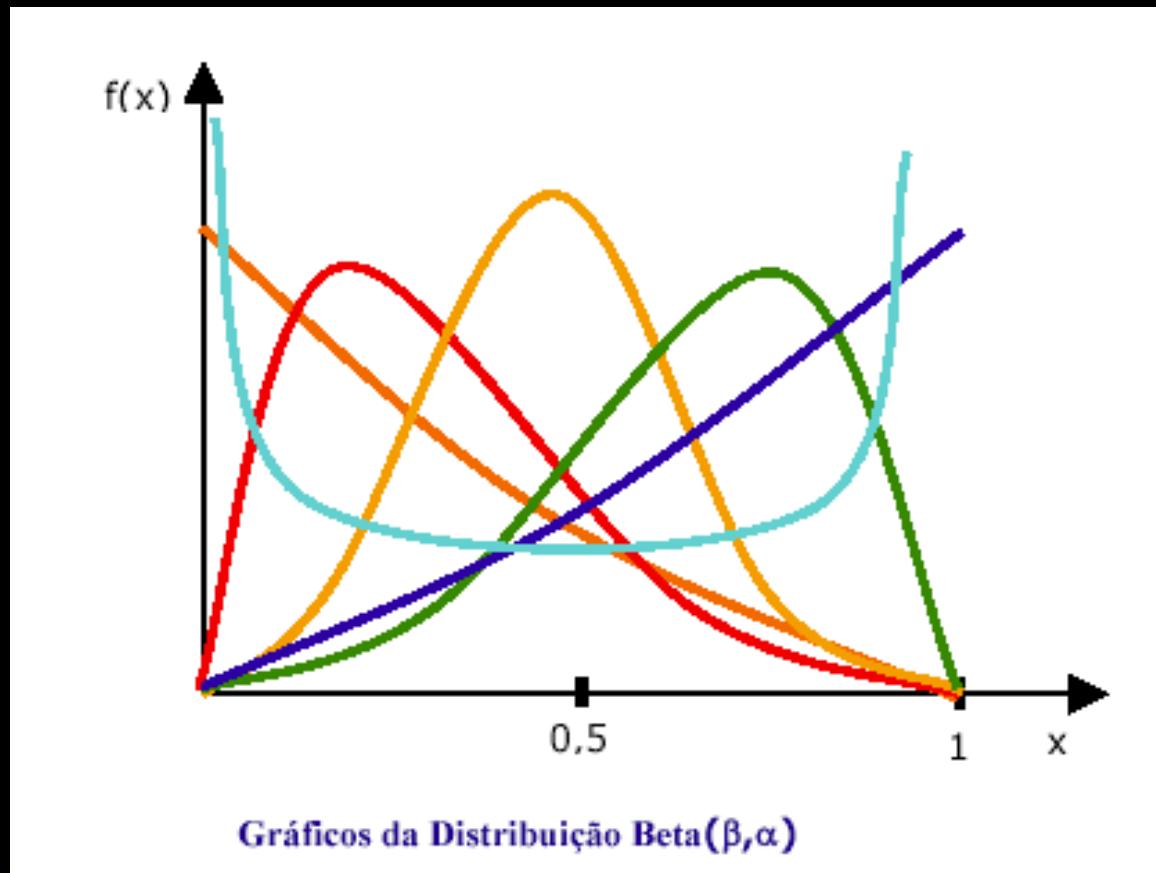


Distribuições de Probabilidade

Distribuições Contínuas

Beta

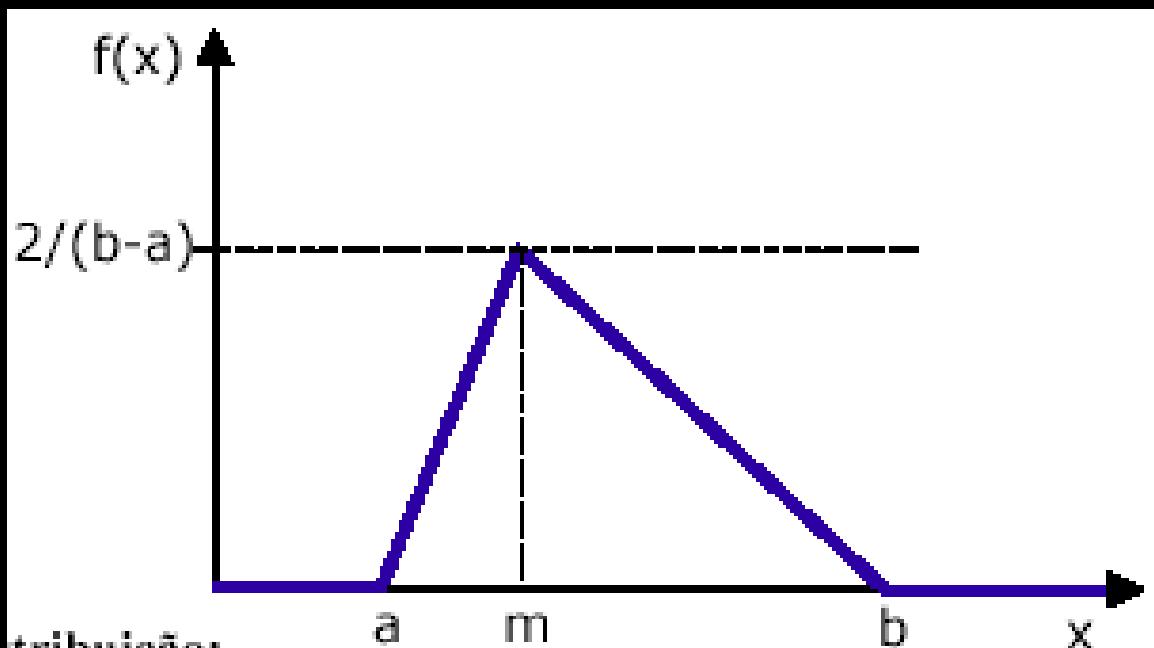
Distribuição de proporções aleatórias.



Distribuições de Probabilidade

Distribuições Contínuas Triangular

Aproximação de
dados que
permitem obter
uma distribuição
adequada.



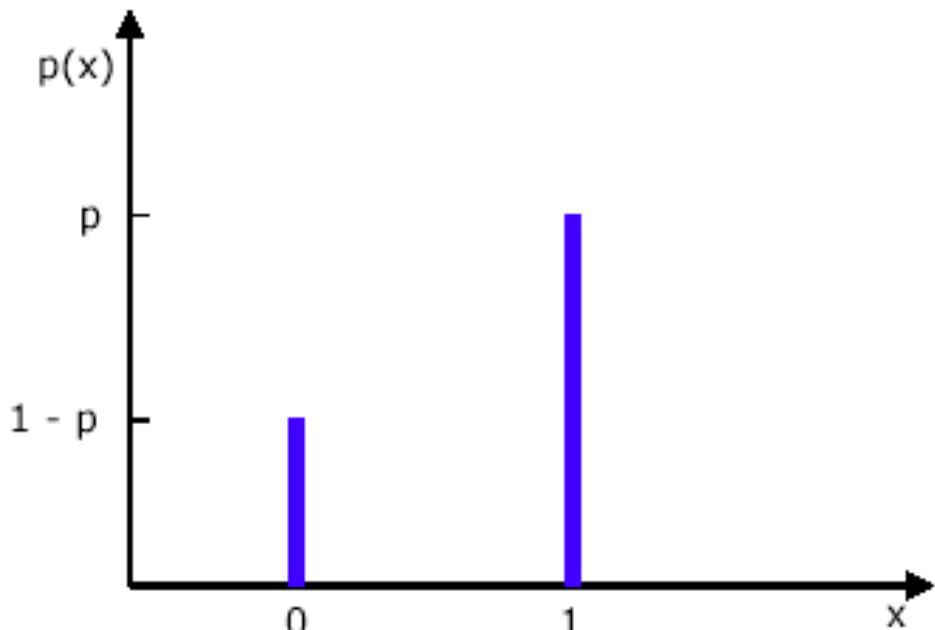
Distribuições de Probabilidade

Distribuições Discretas

Bernoulli

Ocorrência
aleatória onde são
possíveis apenas
dois resultados.

$$p(x) = \begin{cases} 1 - p & \text{se } x = 0 \\ p & \text{se } x = 1 \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases}$$



Distribuições de Probabilidade

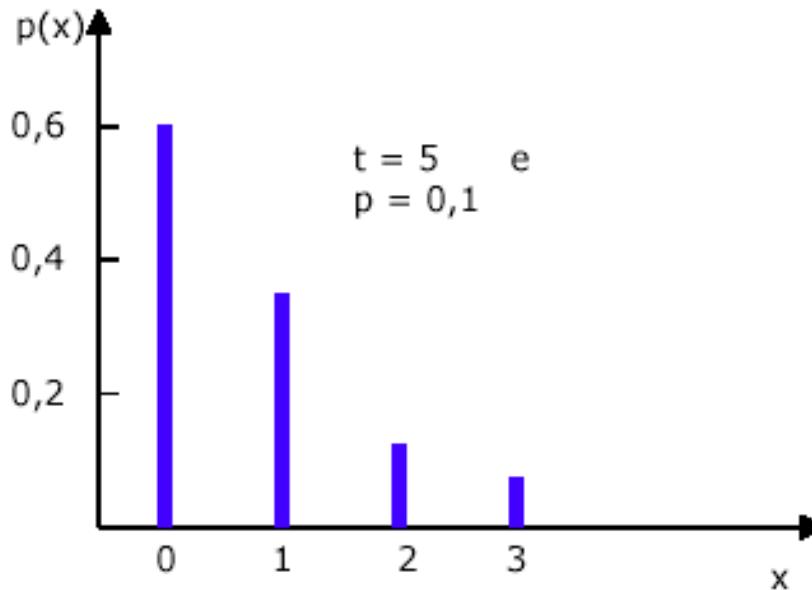
Distribuições Discretas

Binomial

Número de
sucessos em t
tentativas
independentes.

$$p(x) = \begin{cases} \binom{t}{x} p^x (1-p)^{t-x} & \text{se } x \in \{0, 1, 2, \dots, t\} \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases}$$

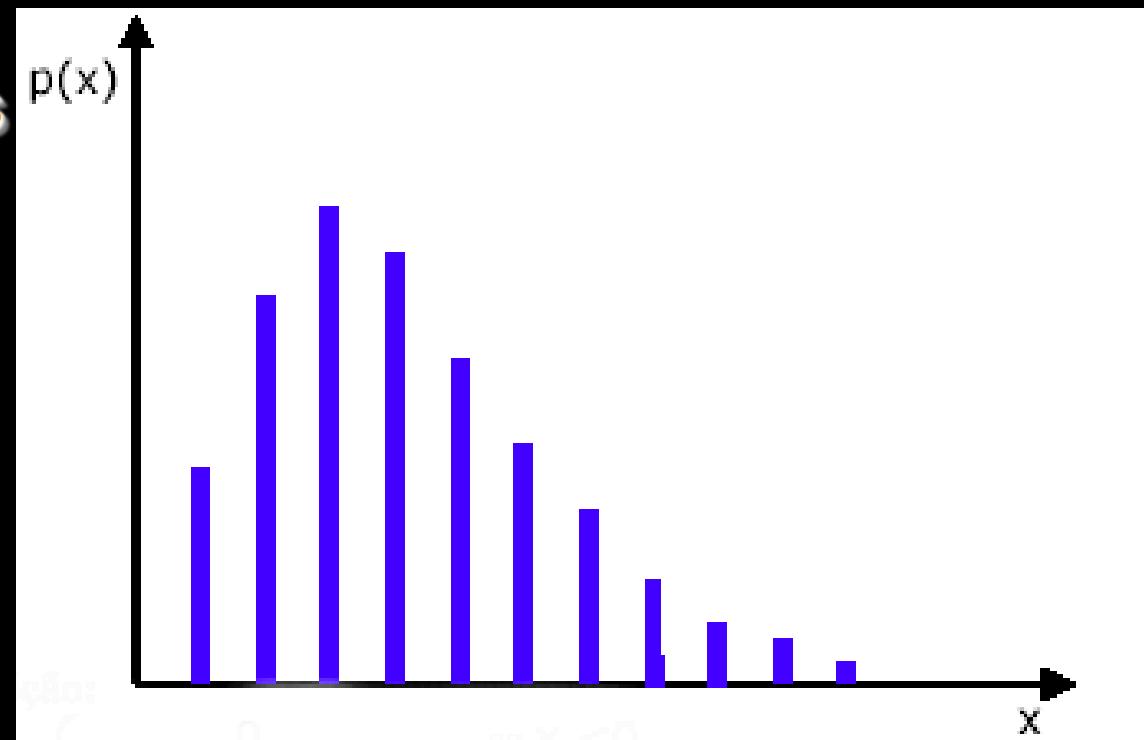
$$\text{onde } \binom{t}{x} = \frac{t!}{x!(t-x)!}$$



Distribuições de Probabilidade

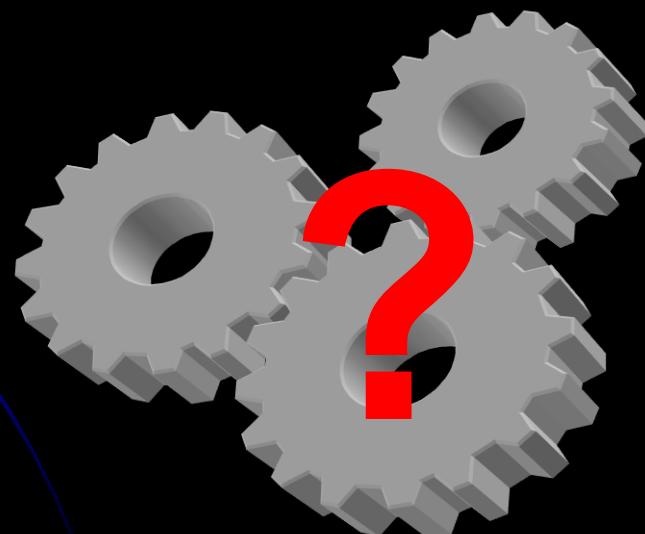
Distribuições Discretas Poisson

Eventos aleatórios
que ocorrem com
uma freqüência
média λ
conhecida.



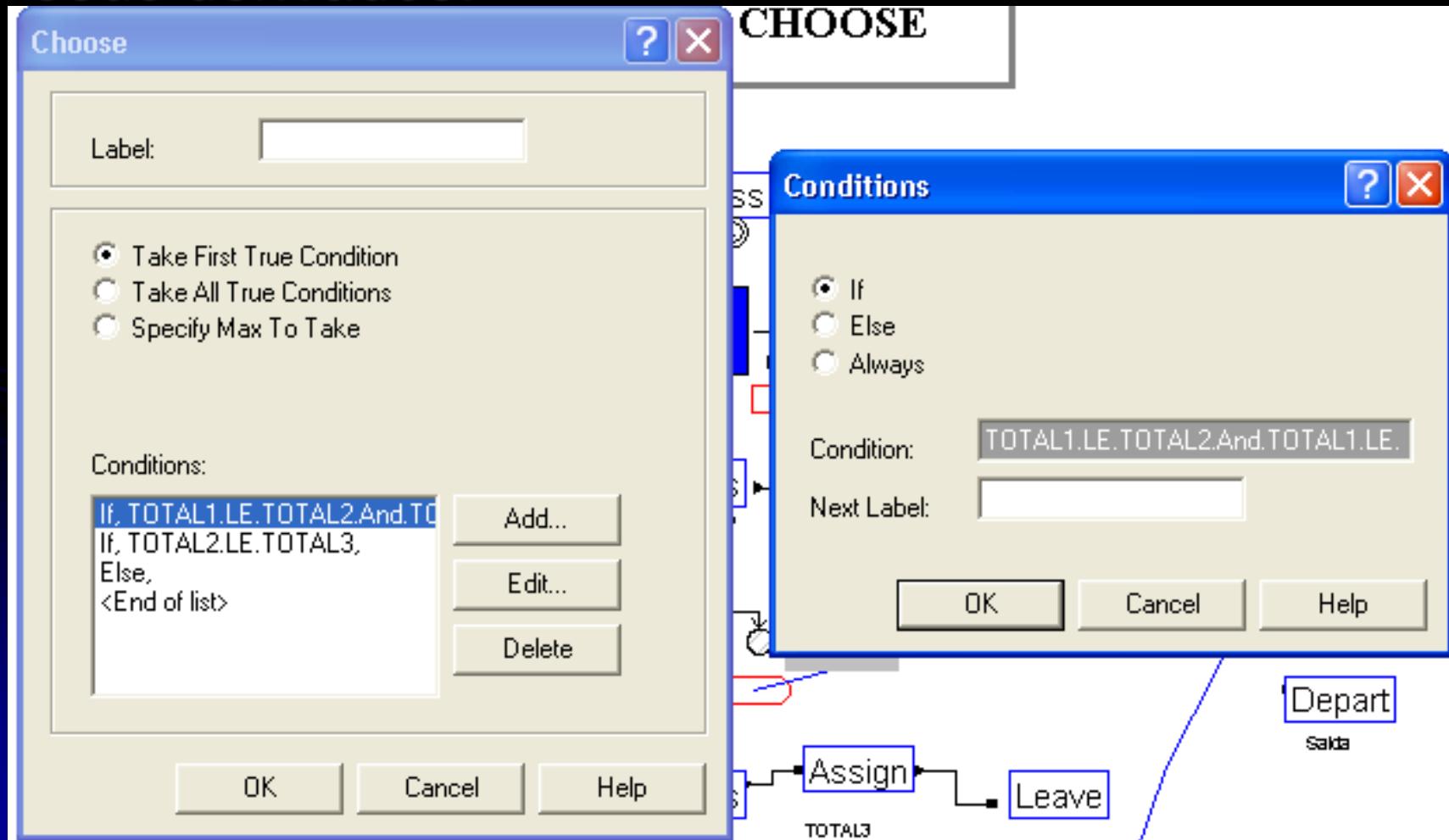
Desvios e Escolhas no Arena

Em inúmeros sistemas de produção encontramos situações onde clientes (entidades) devem escolher uma seqüência de operações entre diversas outras à sua frente.



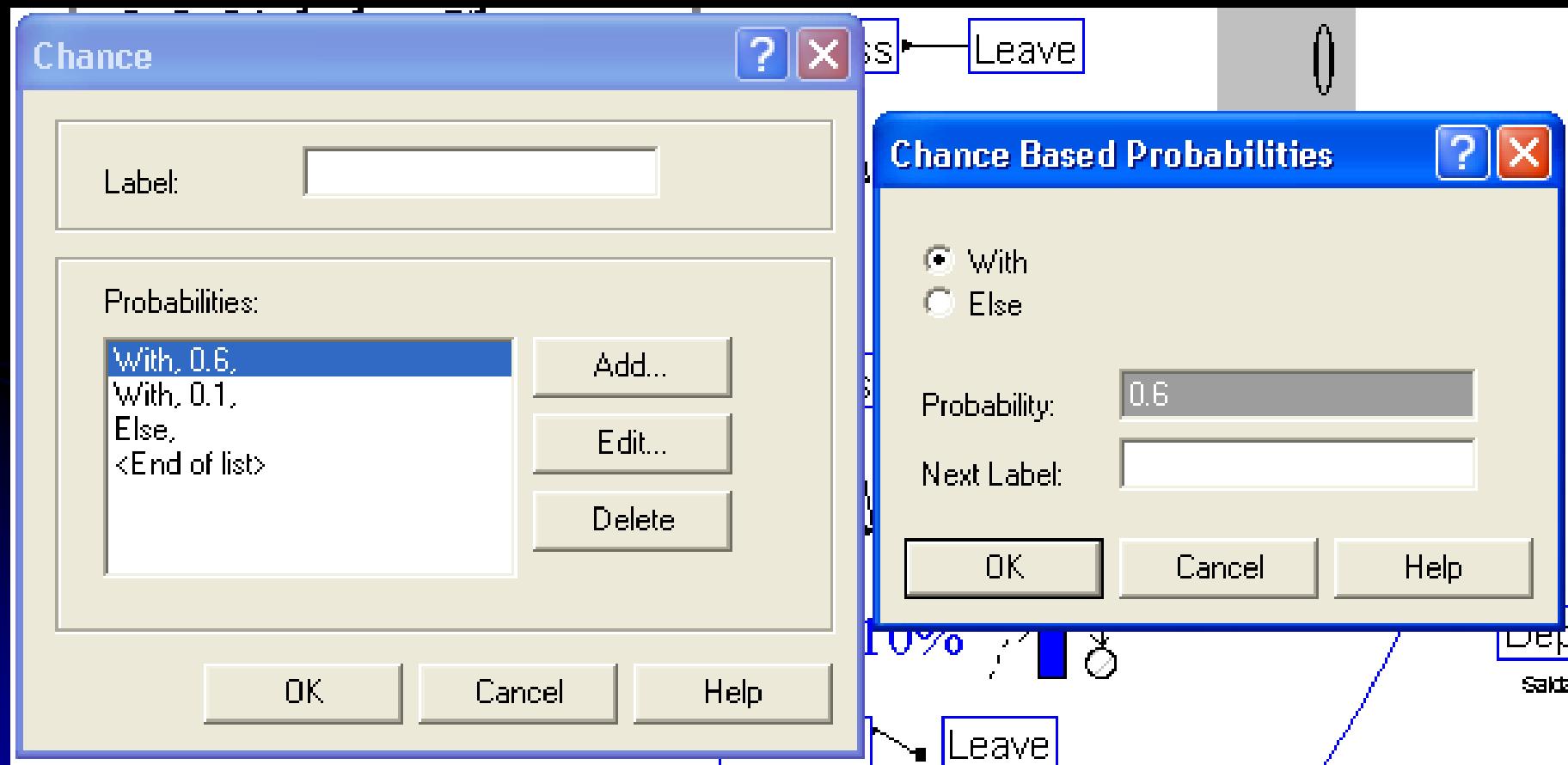
Desvios e Escolhas no Arena

- **Choose:** bloco correspondente ao comando *IF* e seus derivados.



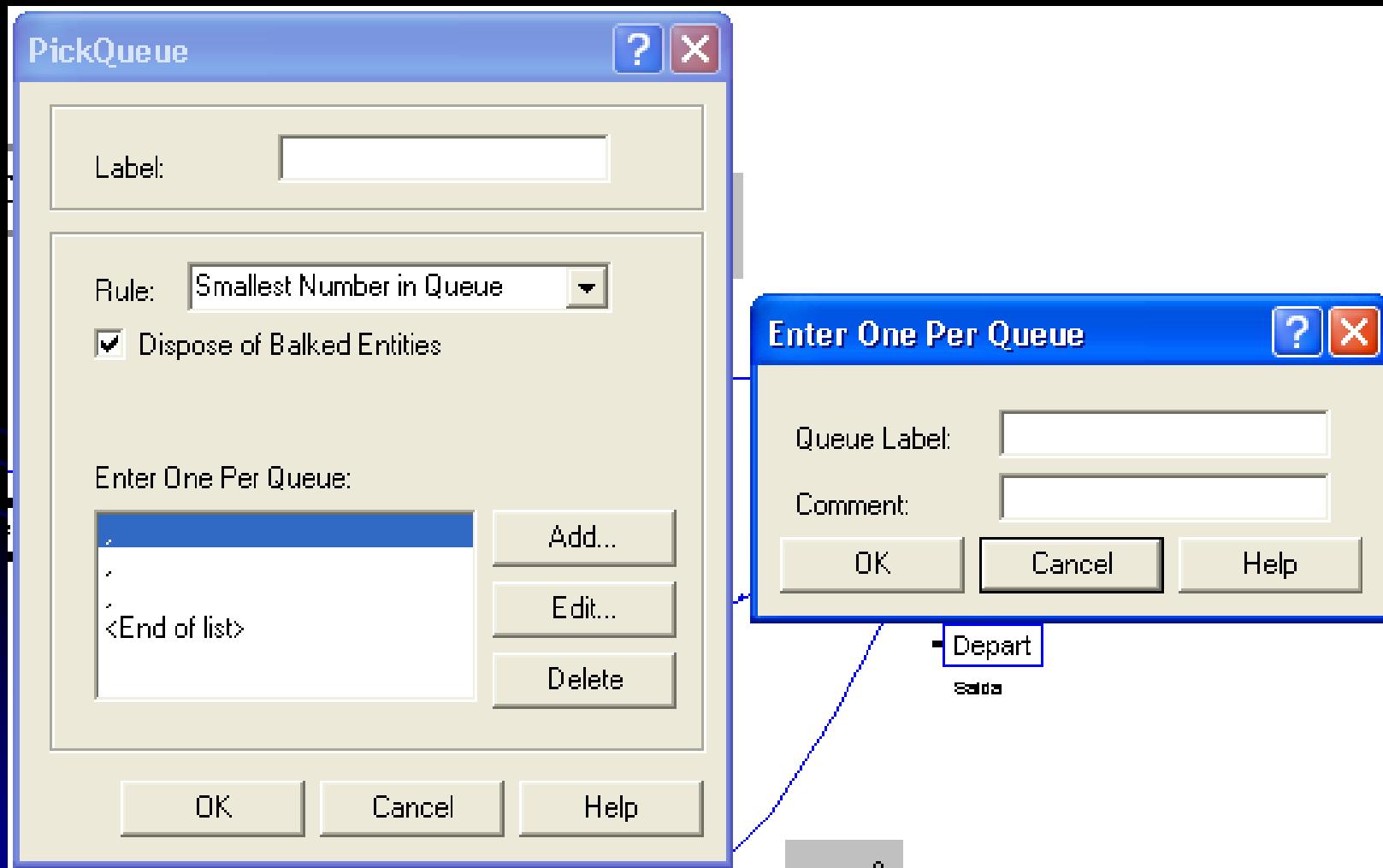
Desvios e Escolhas no Arena

- **Chance:** pode-se fazer com que um entidade escolha uma determinada rota com base em probabilidades.



Desvios e Escolhas no Arena

- **PickQueue:** escolha entre filas;



Desvios e Escolhas no Arena

- **PickStation:** escolha entre estações de trabalho com base em critérios de seleção.

