

LABORATÓRIO DE SIMULAÇÃO DE SISTEMAS

Prof. Vinicius Licks

The logo for Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), featuring the letters 'PUCRS' in a bold, stylized, gothic-like font.

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ENGENHARIA

Curso Básico de Simulação com o Promodel

© Copyright 2001 BELGE – Engenharia & Sistemas / PROMODEL Corporation

Todos os direitos reservados. Este material não pode, nem mesmo parcialmente, ser:

Reproduzido, distribuído ou transmitido de qualquer maneira (como fotocópias, scanerização ou rediditação), sem que haja autorização expressa da BELGE.

Marcas Registradas: ProModel é uma marca da PROMODEL Corporation. Windows é uma marca da Microsoft Corporation.

Traduzido, editado e impresso pela

BELGE – Engenharia & Sistemas

Rua Bernardino de Campos, 318 10 andar

04620-001 – São Paulo – SP – Brasil

Pabx: (11) 5561.5353

e-mail : suporte@belge.com.br

<http://www.belge.com.br/suporte/>





Benvindo ao Curso Básico de Simulação com o ProModel!!!
Para que se tire o máximo proveito do curso :

- Participe ativamente das discussões.
- Compartilhe suas experiências práticas com os demais alunos.
- Lembre-se, não existem perguntas tolas.
- Evite conversas paralelas e/ou usar o computador durante os momentos de leitura que ocorrerão no curso.

OBJETIVOS DO CURSO

- ◆ Ensinar as técnicas que você precisará para ter sucesso usando o ProModel:
 - Características do Software ProModel
 - Estatísticas
 - Teoria de Simulação
- ◆ Fazer com que você tenha confiança em sua habilidade de modelar com o ProModel
- ◆ Se divertir!



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



Seu sucesso é nosso objetivo principal. Se houver qualquer coisa que pudermos fazer para que você tenha mais sucesso, ou para que seu tempo em classe seja melhor aproveitado, por favor nos informe.

Nós queremos também que você passe um período agradável conosco. Assim que você pegar o jeito, trabalhar com o ProModel será muito divertido!

A estrutura das aulas é tal que você aprenderá como modelar várias aplicações de manufatura usando as características do ProModel, estatísticas, e teoria de simulação.

PROGRAMA DO CURSO

- ◆ Dia 1:
 - Unidade Um: Introdução à Simulação
 - Unidade Dois: Introdução ao Software
 - ◆ modelos 1-2
- ◆ Dia 2:
 - Unidade Três: Técnicas de Modelagem
 - ◆ modelos 3-5



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



Nós temos uma área muito extensa a cobrir.

O curso irá durar três dias. A programação do curso está descrita acima.

PROGRAMA DO CURSO

(cont)

- ◆ Dia 2 (cont)
 - Unidade Quatro: Estatística básica da simulação
 - ◆ modelo 6

- ◆ Dia 3
 - Unidade Cinco: Analisando e otimizando seus modelos
 - ◆ modelos 7-8
 - Unidade Seis: Aplicações dos alunos



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



METODOLOGIA DO CURSO

- ◆ Combinação entre teoria/prática
- ◆ Discutir uma técnica, e depois aplicá-la em um estudo de caso
- ◆ Usar seu modelo para conduzir as análises
- ◆ Identificar as causas de seus resultados
- ◆ Seu Instrutor é seu guia -- ele/ela irá compartilhar suas experiências com você



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



Lembre-se que o objetivo do curso é lhe dar a habilidade, o conhecimento, e a confiança que você precisa para ter sucesso usando o software de simulação ProModel. Isto significa que nós trataremos de todos os assuntos que são relevantes a aplicação da simulação.

Para que este objetivo seja atingido, seu instrutor irá discutir sobre vários assuntos na forma de conferência. Depois, você irá aplicar estas informações em um modelo. Finalmente, você vai usar seu modelo como base para discussão dos resultados e questões ligadas à modelagem.

ESTRUTURA DO CURSO

- ◆ O Instituto de Treinamento de Simulação identificou os "4 S's da Simulação:"¹
- ◆ S₁ - Sistema
- ◆ S₂ - Simulação
- ◆ S₃ - Estatísticas (Statistics)
- ◆ S₄ - Software
- ◆ Este curso é estruturado para cobrir cada um dos quatro S's



¹Copyright 1996-97 Simulation Training Institute, Inc.
Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



Há quatro áreas distintas de conhecimento exigidas para se ter sucesso em um projeto de simulação.

É necessário o conhecimento detalhado do sistema que está sendo estudado. O modelador deve estar ciente do que está acontecendo no sistema real.

É necessário o conhecimento da arte e da prática da simulação para se tomar decisões críticas com relação ao nível de detalhamento, escopo, e outras questões gerais de modelagem.

É necessário o conhecimento básico de estatística para estar apto a modelar de forma eficiente a variação aleatória, e para interpretar corretamente os resultados.

É necessário o conhecimento do software para se construir modelos de forma correta e eficiente.

Todos os quatro S's devem ser apresentados à equipe de projeto de simulação para que o projeto tenha sucesso.

UNIDADE UM: INTRODUÇÃO À SIMULAÇÃO



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



Esta unidade terá como foco dar-lhe um conhecimento básico da terminologia da simulação, do que é simulação, e de como e porque ela está sendo usada.

TERMOS DA SIMULAÇÃO

- ♦ Um **SISTEMA** é um conjunto de componentes interdependentes e suas interações, as quais são unidas para desempenhar uma função específica.
- ♦ Um **MODELO** é uma representação de um sistema, criado para se aprender mais sobre este sistema.
- ♦ Um **MODELO DE SIMULAÇÃO** é um modelo de alta acuracidade baseado em computador.



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



O que constitui um sistema é realmente uma decisão arbitrária: a definição do sistema é apenas e tão somente o que você está interessado em ver em qualquer ponto do tempo. O ponto-chave é que o sistema inclui tanto os objetos quanto suas interações.

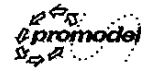
Os modelos podem ser físicos ou abstratos. Em um computador, todos os modelos são abstratos (eles não existem no “mundo real”).

MAIS TERMOS DE SIMULAÇÃO

- ◆ Os OBJETIVOS são o que você está tentando alcançar ou aprender com o modelo
- ◆ O ESCOPO de um modelo inclui todos os objetos e interações que são relevantes e necessários para se atingir os objetivos



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



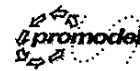
A parte mais importante de um estudo de simulação é a determinação de quais são seus objetivos. Sem uma definição clara e um entendimento do que você está tentando alcançar, você não será capaz de determinar o escopo ou o nível de detalhamento de seu modelo!

AINDA MAIS TERMOS DE SIMULAÇÃO

- ♦ O NÍVEL DE DETALHAMENTO de um modelo também é determinado pelos objetivos do estudo. O modelo deve ser detalhado o suficiente para replicar o comportamento do sistema conforme solicitado pelos objetivos, mas **NÃO MAIS DETALHADO** que isto !!!
- ♦ Regra do dedão: comece num nível alto e acrescente detalhes conforme necessário



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



Um detalhamento pequeno irá resultar em um modelo vago ou impreciso. Um detalhamento exagerado irá resultar em um modelo que não pode ser concluído, ou que fornece informações irrelevantes.

Como você sabe se um detalhe deve ser incluído? Se é quase certo que vai causar um grande impacto nas estatísticas principais do modelo, ele deve ser incluído.

OBJETIVOS DA SIMULAÇÃO

♦ Visualização

- Ver o que está acontecendo no sistema

♦ Cálculo (Análise/Otimização)

- Quantificar o que está acontecendo no sistema

♦ Comunicação

- Mostrar o que está acontecendo no sistema

♦ TODOS ESTES SÃO OBJETIVOS VÁLIDOS!



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



A maioria dos estudos de simulação tem mais de um objetivo. De fato, a maioria dos estudos tem aspectos de todos os três tipos. Se você calcular os resultados, você deve comunicá-los para os outros. Se você visualizar um sistema, você provavelmente vai querer fazer cálculos.

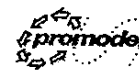
É importante priorizar o que é importante, não perdendo, dessa forma, seu tempo alcançando os objetivos errados (por exemplo, muito tempo com os gráficos, tempo insuficiente com a lógica, ou vice versa!)

PODER DA SIMULAÇÃO

- ♦ Muitas variáveis em um sistema são ALEATÓRIAS -- elas podem assumir qualquer valor dentro de uma série de valores numéricos
- ♦ Os objetos que possuem comportamentos ligados uns com os outros são INTERDEPENDENTES -- cada um afeta os outros
- ♦ Juntando, ALEATORIEDADE +
INTERDEPENDÊNCIA =
COMPLEXIBILIDADE

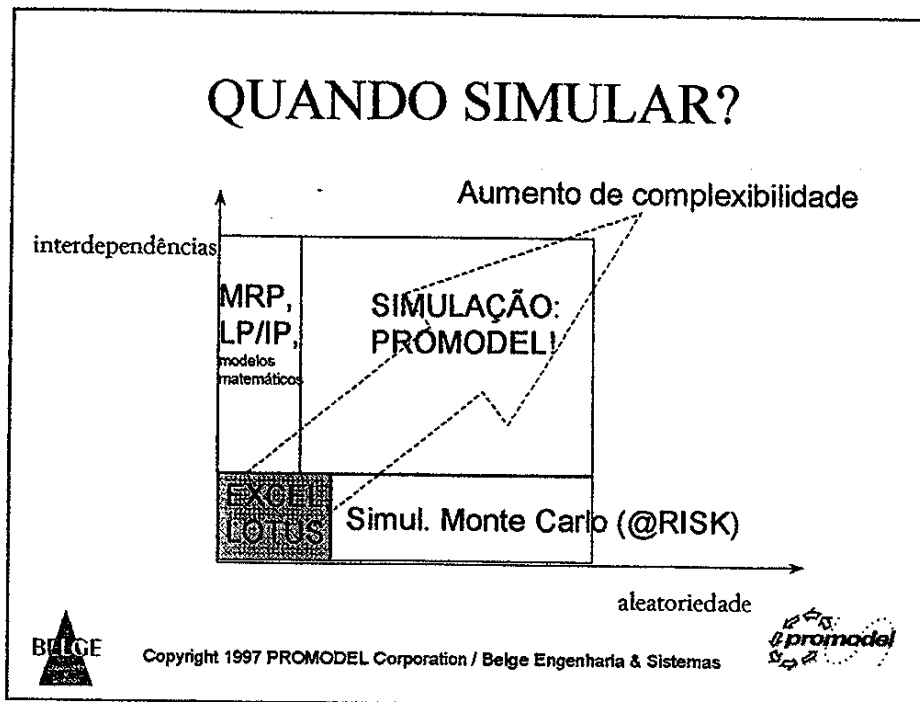


Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



Pense sobre sua viagem até aqui. O tempo de duração da viagem de carro ou de avião foi exatamente o que você esperava-ou foi diferente por algum motivo aleatório. Os outros carros ou aviões afetaram a progressão do seu veículo?

Aleatoriedades e interdependências estão POR TODA PARTE. A simulação é uma ferramenta que o ajuda a visualizar, analisar, e otimizar SISTEMAS COMPLEXOS.



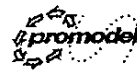
A simulação se encaixa na sua caixa de ferramentas para resolução de problemas, juntamente com outras ferramentas. Planilhas, modelos de programação linear, simulações de Monte Carlo são todas ferramentas válidas para resolver problemas.

SIMULAÇÃO-OTIMIZAÇÃO

- ♦ A simulação calcula como será o desempenho de um modelo
- ♦ A otimização cria e compara várias alternativas
- ♦ Simulação-otimização faz com que você analise a complexibilidade E otimize sistemas complexos!



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



A simulação-otimização é uma tecnologia importante para a resolução de problemas. Este curso irá cobrir apenas alguns conceitos básicos, mas é importante entender como a simulação-otimização pode ser aplicada a vários problemas atuais.

APLICAÇÕES EM MANUFATURA

- ◆ Avaliação de Capital para equipamentos
- ◆ Redução do Estoque em processo (Work-in-process)
- ◆ Planejamento da Manutenção
- ◆ Manuseio de material
- ◆ Layout de fábrica
- ◆ Just-in-time
- ◆ Planejamento de capacidade
- ◆ Programação de chão de fábrica
- ◆ Balanceamento de linhas
- ◆ Avaliação de tecnologia



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



Estes são apenas alguns exemplos. Você pode pensar em mais alguns?

APLICAÇÕES EM SUPPLY CHAIN/LOGÍSTICA

- ◆ Gerenciamento do inventário e de materiais
- ◆ Distribuição e armazenamento
- ◆ Planejamento de transporte
- ◆ Processamento de pedidos
- ◆ Empacotamento
- ◆ Garantia da Qualidade
- ◆ Planejamento da Manutenção
- ◆ Níveis de serviço ao cliente
- ◆ Confiabilidade e disponibilidade
- ◆ Suporte de produtos



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas

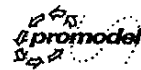


A utilização de simulação em Supply Chain e Logística está se tornando quase tão grande como sua utilização em manufatura. Toda empresa tem problemas com a logística e pode se beneficiar com o uso da simulação.

PROJETOS DE SIMULAÇÃO



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



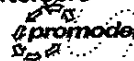
Os projetos de simulação são como qualquer outro projeto realizado em equipe: duros de gerenciar! Há muito mais material do que nós podemos cobrir em uma aula básica. As páginas seguintes apresentam algumas das principais questões relacionadas ao gerenciamento de projetos de simulação.

PASSOS DE UM PROJETO DE SIMULAÇÃO

- ◆ Propósito de um projeto de simulação: objetivos, escopo, nível de detalhamento
- ◆ Completar as especificações funcionais
- ◆ Coleta de Dados (lógica e numérica)
- ◆ Construção do Modelo
- ◆ Verificação do modelo
- ◆ Validação do modelo
- ◆ Experimentação
- ◆ Comunicação dos resultados, implementação de mudanças



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



A parte mais importante de um projeto de simulação é a definição dos objetivos.

As informações lógicas devem ser coletadas para que se construa um modelo. Os dados numéricos podem ser coletados enquanto o modelo está sendo construído.

Verificação significa assegurar que o modelo está codificado corretamente e funcionando de acordo com as especificações.

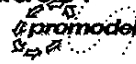
Validação significa assegurar que o modelo realmente se comporta como o sistema real.

AGENDA DA PRIMEIRA REUNIÃO DO PROJETO

- ◆ Objetivos do estudo
- ◆ Medidas de desempenho necessárias
- ◆ Fronteiras do modelo
- ◆ Alternativas a serem exploradas
- ◆ Simplificações a serem assumidas
- ◆ Dados exigidos
- ◆ Modelo conceitual
- ◆ Qual a importância (\$\$\$) dos resultados?

 BELGE

Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



O que deve ser realizado no começo do projeto? Várias coisas. Aqui está uma pequena lista que você pode usar quando começar...

PONTOS-CHAVE PARA UM PROJETO DE SIMULAÇÃO BEM SUCEDIDO

- ◆ Objetivos tangíveis e bem definidos
 - ◆ Os resultados da simulação irão impactar nos negócios
 - ◆ Expectativas realistas dos resultados E dos esforços exigidos para atingí-los
 - ◆ Habilidades complementares da equipe de projeto
- Todos os 4 S's estão representados



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



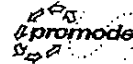
Esta lista não representa apenas o que se deve fazer, mas também o que não deve ser feito. Se você não estiver cumprindo com alguns itens mencionados nesta lista, você pode estar colocando seu projeto em perigo.

PONTOS-CHAVE PARA UM PROJETO DE SIMULAÇÃO BEM SUCEDIDO

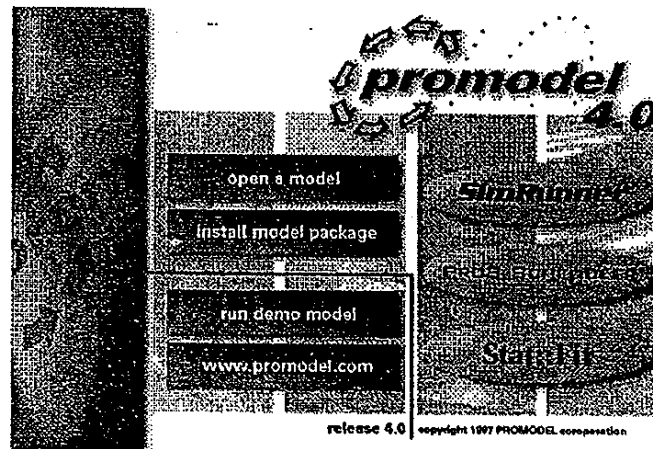
- ◆ Usuários finais devem estar envolvidos no projeto
- ◆ Seleção do software de simulação apropriado
- ◆ Gerenciamento efetivo do projeto
- ◆ Programas de treinamento
- ◆ Alguém deve ter acesso à experiência em simulação



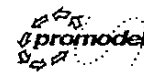
Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



UNIDADE DOIS: INTRODUÇÃO AO SOFTWARE



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



O construtor de lógicas é uma ferramenta poderosa para criar lógicas de simulação sem que você precise escrever a lógica.

Simplesmente abra o construtor de lógicas clicando com o botão direito ou pressionando o ícone de construção (martelo) na janela de lógica.

Isto também funciona na lógica de movimentação (move logic), ou em vários outros campos onde múltiplas entradas podem ser válidas.

SISTEMAS REAIS

- ◆ O sistema que você está estudando possui OBJETOS e INTERAÇÕES.
- ◆ Você deve definir os objetos no sistema...
- ◆ ...assim você pode classificar cada um como um tipo de objeto do ProModel!



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



Você pode pensar em modelagem para simulação como sendo um exercício de mapeamento. Quando você identificar um objeto no sistema que estiver estudando, você irá “mapeá-lo”, ou modelá-lo usando um objeto do ProModel.

ELEMENTOS DE MODELAGEM DO PROMODEL

◆ Os principais elementos são:

◆ LOCATIONS (Locais) - objeto 

◆ ENTITIES (Entidades) - objeto 

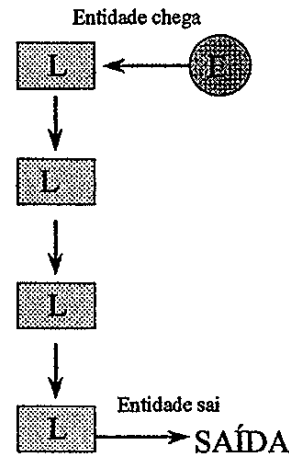
◆ ARRIVALS (Chegadas) - interação



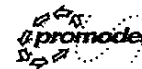
◆ PROCESSING (Processos) - interação



◆ RESOURCES (Recursos) - objeto
(não ilustrado ao lado)



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



Dentro do ProModel, nós ajustamos qualquer coisa nos paradigmas de locais, entidades, recursos, chegadas e processos. Os locais, as entidades, e os recursos são as COISAS em seu sistema. As chegadas e os processos definem O QUE AS COISAS FAZEM.

Locais (Locations): Os locais representam lugares físicos e fixos no sistema onde coisas acontecem. Os locais podem ser objetos como uma máquina, uma fila, um transportador (conveyor), uma mesa, ou um posto de trabalho.

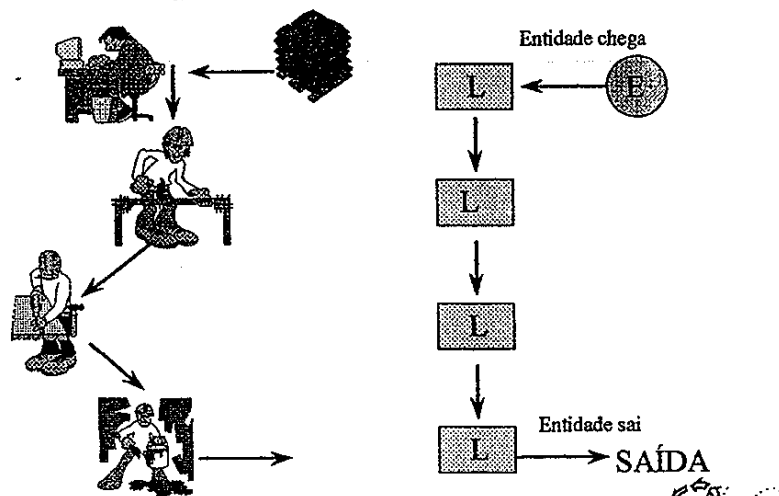
Entidades (Entities): As coisas que se “movem” pelo modelo são chamadas “entidades”. Alguns exemplos incluem peças, produtos, pessoas, ou até mesmo documentos. As entidades se movem de um local para o outro, realizando atividades.

Chegadas (Arrivals): A forma que uma entidade aparece pela primeira vez no modelo (em algum local) é chamada de chegada. As chegadas podem ocorrer baseadas no tempo, ou em alguma condição.

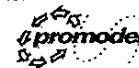
Processos (Processing): Os processos descrevem as operações que se realizam em um local quando a entidade está naquele local, como: o tempo que a entidade gasta no local; os recursos que são necessários para completar o processamento; e qualquer outra coisa que acontece naquele local, inclusive o selecionamento do próximo destino da entidade.

Recursos (Resources): Um tipo de objeto que é usado pelas entidades ou locais para realizar algum tipo de atividade, como um operador ou uma empilhadeira.

SISTEMA para o MODELO do ProModel



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas

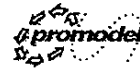


COMO CRIAR OS ELEMENTOS DO MODELO

- ◆ O ProModel usa uma abordagem gráfica
- ◆ Cada elemento possui uma caixa de ferramentas gráficas (graphic toolbox)
- ◆ Clicando no GRÁFICO, e depois clicando no LAYOUT, você cria um elemento
- ◆ Cada elemento que você cria possui um registro numa tabela associada a ele



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



Colocando um elemento no layout você cria um novo registro para aquele elemento numa tabela principal. Você pode então editar as propriedades daquele elemento mudando os valores no registro do elemento na tabela.

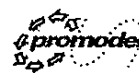
Por exemplo, quando se clica em uma entidade na janela de ícones de entidades, cria-se um registro de entidade. Você pode mudar a velocidade da entidade editando o valor SPEED (velocidade) na tabela.

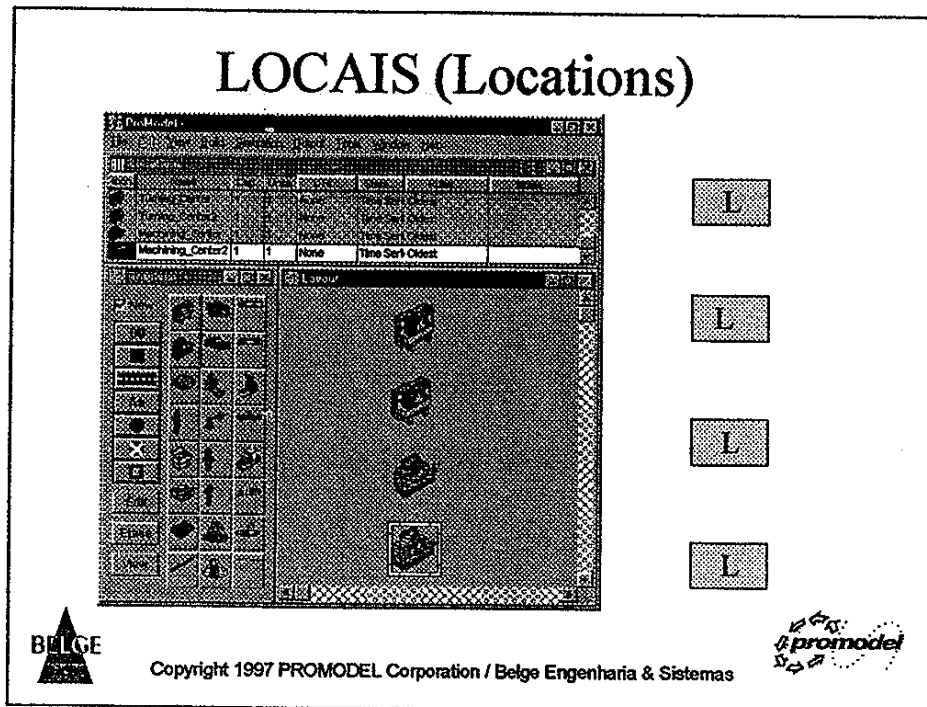
MODELO 0

- ◆ Siga seu instrutor enquanto ele/ela constrói um modelo simples



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas





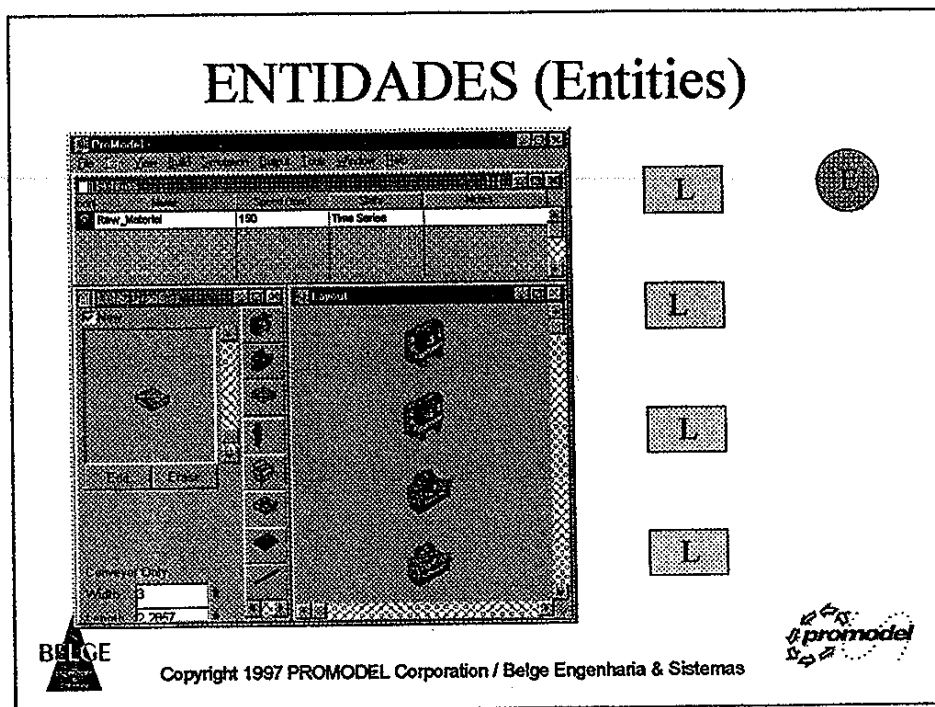
Vamos criar um modelo bem simples usando os quatro elementos dos quis acabamos de falar. Nós começaremos pelos locais.

Locais (Locations): Os locais representam lugares fixos no sistema para onde as entidades são roteadas para processamento, armazenamento, ou alguma outra atividade ou tomada de decisão.

Para construir locais:

- Clique com o botão esquerdo do mouse no ícone desejado na janela de ícones de locais, depois clique na janela de layout com o botão esquerdo no lugar que você quer que o local apareça.
- Um registro é automaticamente criado para o local na tabela de locais.
- O nome, unidades, capacidade, etc., podem ser alterados clicando na caixa apropriada e digitando as mudanças desejadas.

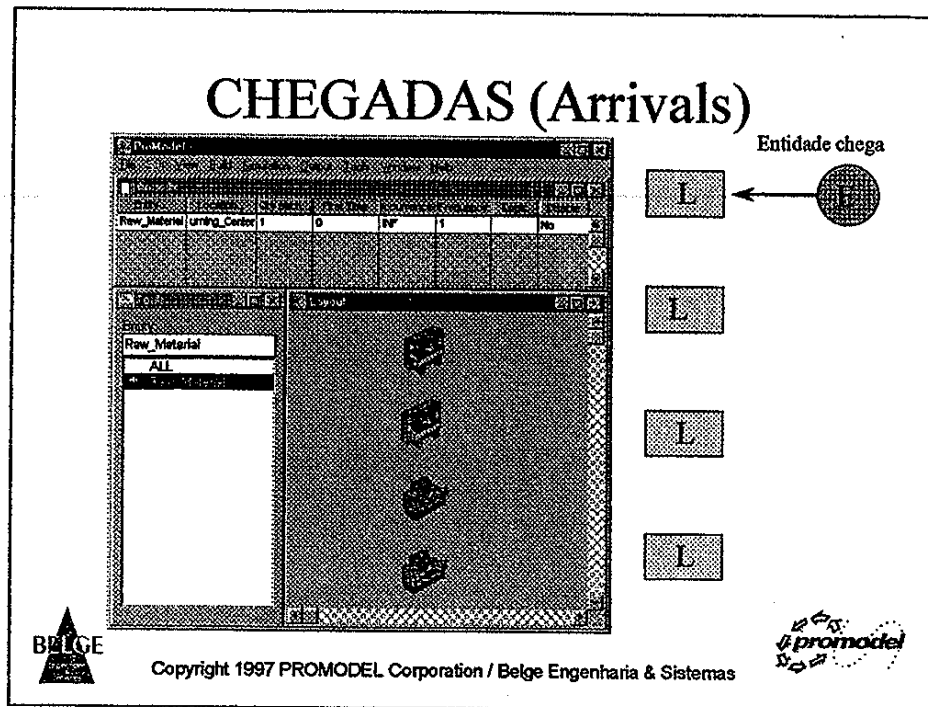
ENTIDADES (Entities)



Entidades (Entities): Qualquer coisa que o modelo processa é chamado de 'entidade'. Peças, produtos, pessoas ou até mesmo documentos são exemplos de entidades.

Para construir entidades:

- Clique com o botão esquerdo do mouse no ícone na janela de ícones de entidades.
- Um registro será automaticamente criado na tabela de edição de entidades.
- O nome da entidade pode ser mudado e o tamanho da entidade pode ser ajustado movendo-se a barra deslizante na caixa de ferramentas.



Chegadas (Arrivals): Toda vez que uma entidade é introduzida no sistema isto chama-se uma 'chegada'.

Para criar chegadas:

Clique com o botão esquerdo do mouse no nome da entidade localizado na caixa de ferramentas, e clique com o botão esquerdo no 'local' que você quer que as entidades cheguem.

Entity: A entidade que vai chegar.

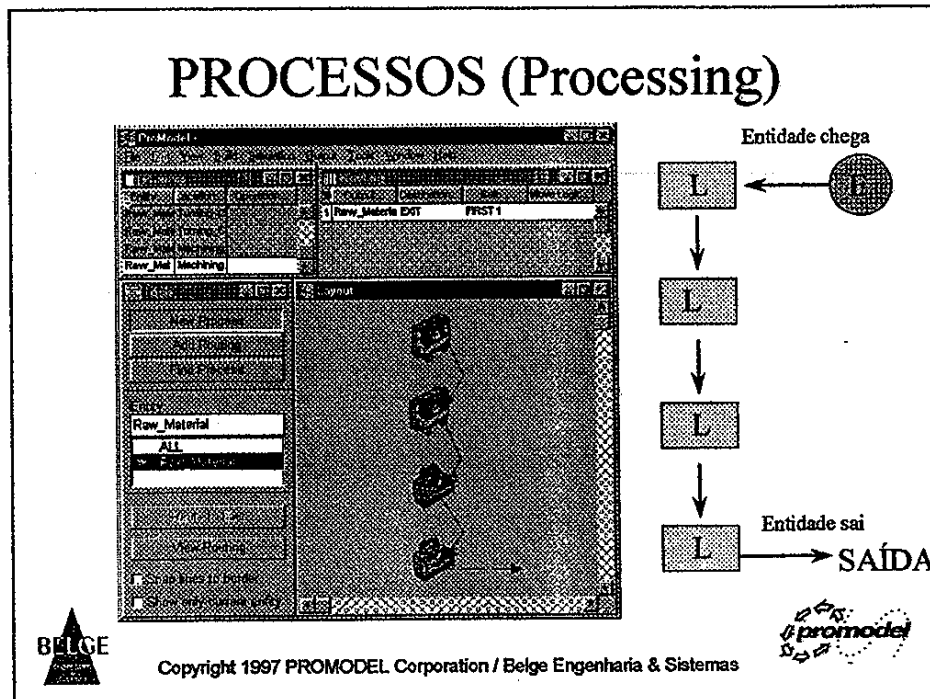
Location: O local onde a entidade vai chegar.

Qty Each: o número de entidades (em um grupo) que vai chegar no momento especificado.

First Time: A primeira vez (no relógio da simulação) que o padrão da chegada vai começar.

Occurrences: O número de vezes que os grupos de entidades vão chegar.

Frequency: O intervalo de tempo entre as ocorrências.



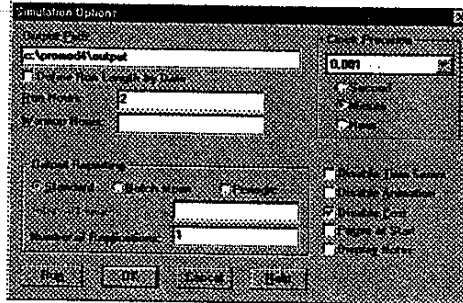
Processos (Processing): Um processo descreve as operações que são realizadas em um local, tal como o tempo que a entidade gasta no local, os recursos que são necessários para realizar o processamento, e qualquer outra coisa que aconteça naquele local, inclusive o selecionamento do próximo destino da entidade.

Para criar um processo:

- Clique com o botão esquerdo no local de destino.
- Um registro de processo será automaticamente criado.
- Para acrescentar mais linhas de roteamento para o mesmo registro, clique com o botão esquerdo no botão de adição de roteamentos (Add Routings) na barra de ferramentas.
- Para rotear a peça para a saída, simplesmente clique com o botão esquerdo no botão 'Route to Exit' na caixa de ferramentas.

RODANDO A SIMULAÇÃO

- ♦ Caixa de diálogo de opções
- ♦ F12 para salvar o modelo
- ♦ F10 para rodar o modelo
- ♦ Rodar a simulação (Simulation/Run)
- ♦ Salvar e rodar a simulação (Simulation/Save and Run)



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



O.K., nós estamos prontos para rodar a simulação. A tecla F12 irá salvar o modelo (nós podemos dar ao modelo um nome de até oito caracteres) e a tecla F10 irá rodar o modelo. No menu 'Simulation' nós podemos também selecionar 'Run' (rodar) ou 'Save and Run' (salvar e rodar). Embaixo do menu 'Simulation' na opção 'Options', a caixa de diálogo acima irá aparecer. O número de horas de simulação pode ser especificado no campo 'Run Hours', assim como a precisão do relógio (clock precision). Nós iremos ver algumas outras opções mais tarde no curso.

EDITOR DE RESULTADOS

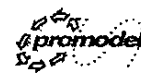
Relatório de Informações Gerais

Botões de Visualização Rápida

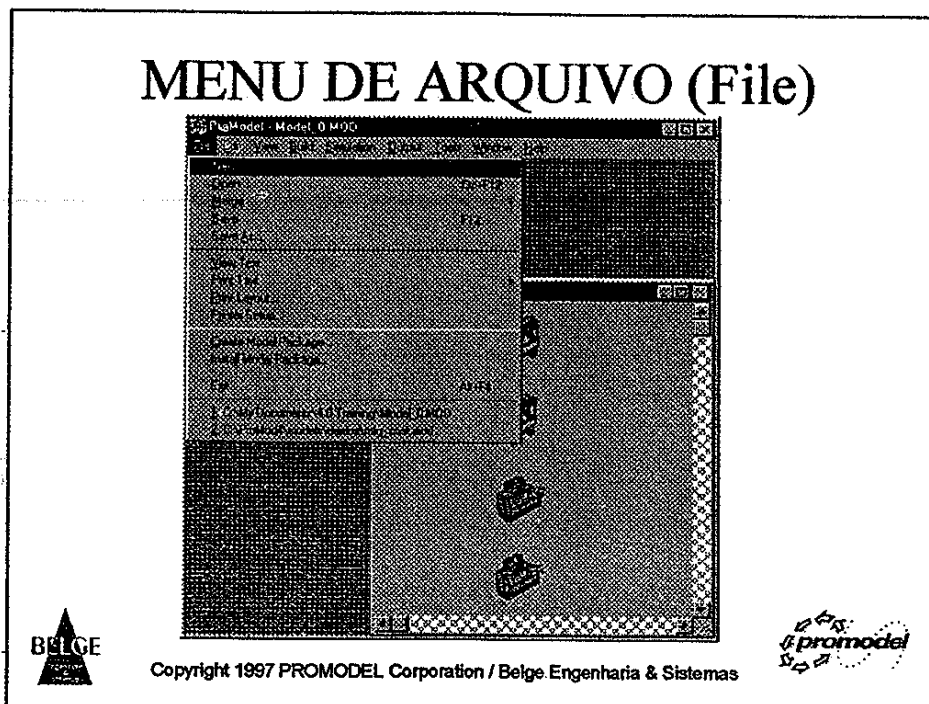
Location Name	Scheduled Hours	Capacity	Total Machines	Average Queue	Average Inventory	Maximum Inventory
Turning Center	2	1	121	0.000000	0	3
Turning Center2	2	1	121	0.000000	0	1
Machining Center	2	1	121	0.000000	0	1
Machining Center2	2	1	121	0.000000	0	2



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



Quando a simulação terminar, o ProModel irá perguntar se você quer ver os resultados estatísticos. Se você escolher sim (yes) o ProModel o levará ao Editor de Resultados. Há duas partes principais: o Relatório de Informações Gerais (General Report) e a barra de ferramentas na parte superior. O Relatório de Informações Gerais possui dezenas de estatísticas acerca do desempenho do sistema, enquanto que a barra de ferramentas permite que você manipule as informações na forma de gráficos, desenhos, histogramas, etc. Veremos mais informações sobre a interpretação de dados nos outros modelos de exemplo.



Agora vamos ver os menus do ProModel.

O menu de arquivo (file) é usado para manipular arquivos, fundir modelos, imprimir, e criar pacotes de modelos.

File menu -

New (Novo)

Open (Abrir)

Import (Importar)

Merge (Fundir)

Save/Save As (Salvar/Salvar Como)

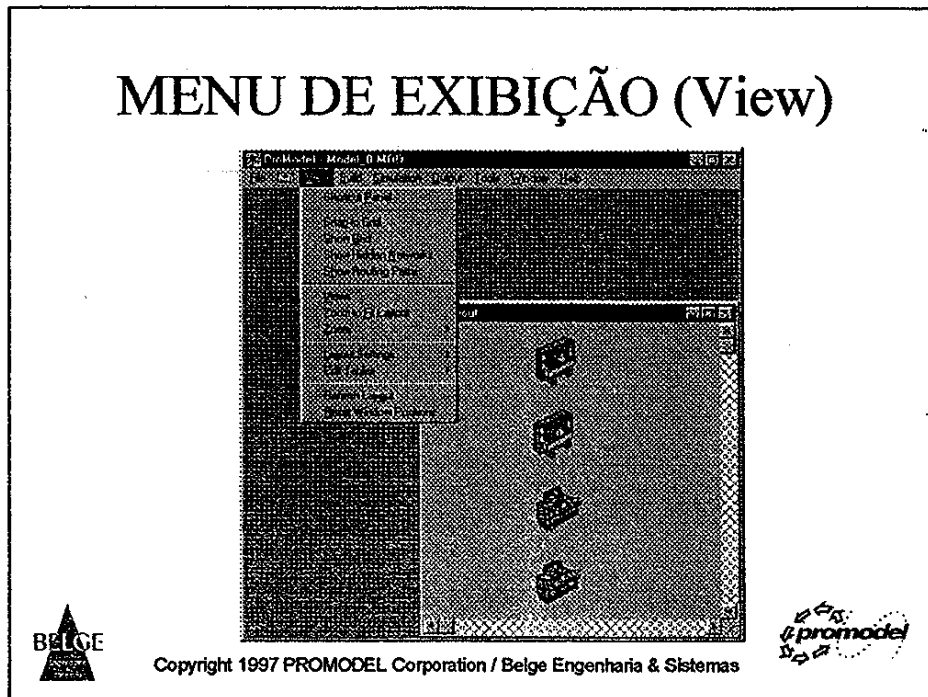
View/Print Text (Ver/Imprimir Texto)

Print Layout (Imprimir Layout)

Printer Setup (Configurar Impressora)

Create/Install Model Package (Criar/Instalar Pacote de Modelo)

MENU DE EXIBIÇÃO (View)



O menu de exibição (View) o auxilia a ajustar como o modelo será mostrado.

Shortcut Panel (Painel de Atalhos)

Show Grid (Mostrar Grade)

Snap to Grid (Acesso à Grade)

Show Hidden Networks (Mostrar Caminhos Escondidos)

Show Routing Paths (Mostrar Roteamentos)

Views (Vistas)

Zoom To Fit Layout (Zoom Para Se Ajustar ao Layout)

Zoom

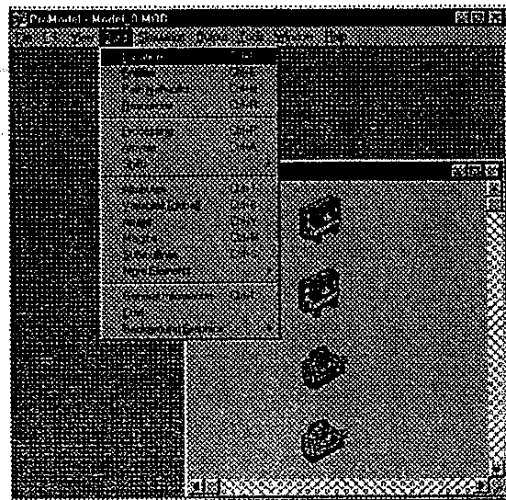
Layout Settings (Ajustes de Layout)

Edit Tables (Editar Tabelas)

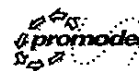
Refresh Layout (Atualizar Layout)

Reset Windows Positions (Posição Padrão das Janelas)

MENU DE CONSTRUÇÃO (Build)



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



É no menu de construção (Build) que trabalhamos a definição do modelo. Este menu contém todos os blocos de construção. Nossos blocos básicos são: Locations (Locais), Entities (Entidades), Processing (Processos), e Arrivals (Chegadas).

Build Menu

Locations (Locais)

Entities (Entidades)

Path Networks (Redes de Caminhos)

Resources (Recursos)

Processing (Processos)

Arrivals (Chegadas)

Shifts (Turnos)

Attributes (Atributos)

Variables (Variáveis)

Arrays (Matrizes)

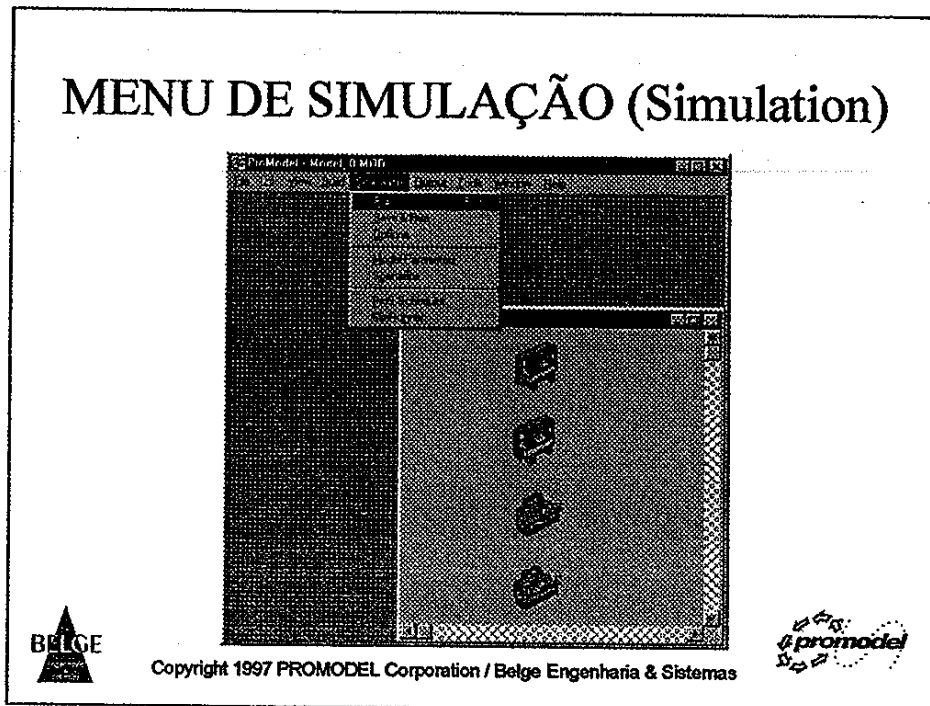
Macros

Subroutines (Subrotinas)

More Elements (Mais Elementos)

General Information (Informações Gerais)

Background Graphics (Gráficos de Fundo)



O menu de simulação (Simulation) nos permite controlar a natureza da subsequente execução do modelo.

Simulation-

Run (Rodar)

Save and Run (Salvar e Rodar)

Options (Opções)

Model Parameters (Parâmetros do Modelo)

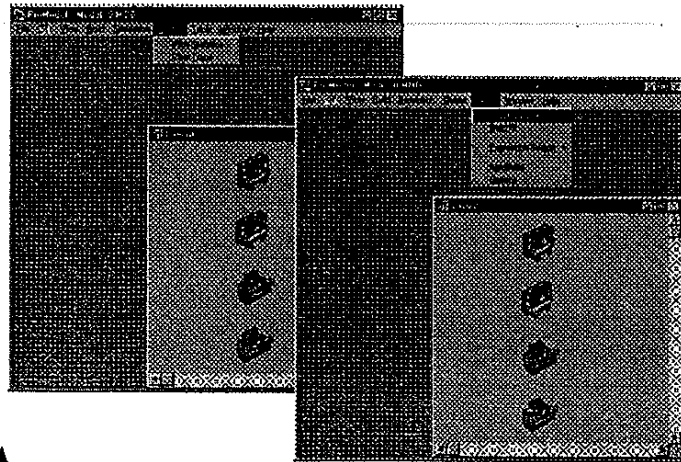
Scenarios (Cenários)

ProS Scheduler (programação 'ProS')

SimRunner (otimizador)

*Package → p/ usar como
o run time*

MENUS DE SAÍDA (Output) DE FERRAMENTAS (Tools)



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



O menu de saída (Output) nos permite examinar as estatísticas da simulação realizada e os arquivos de rastreamento. O menu de ferramentas (Tools) nos leva às ferramentas gráficas e às funções de 'procura' (search) e 'substituição' (replace).

Output-

View Statistics (Ver Estatísticas)

View Trace (Ver Rastreamento)

Tools-

Graphic Editor (Editor Gráfico)

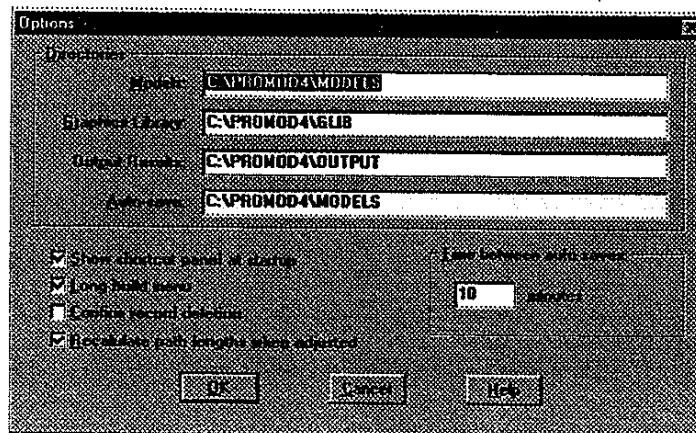
Stat::Fit (software de ajuste de curvas estatísticas)

Expression Search (Procura de Expressão)

Autobuild (Autoconstruir)

Options (Opções)

DIÁLOGO DE OPÇÕES (Options)



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



O menu de opções (Options) nos permite controlar o ambiente sobre o qual você construirá os modelos.

Options-

Models (Modelos)

Graphics Library (Biblioteca Gráfica)

Output Results (Resultados)

Autosave (Salvar automaticamente)

Show Shortcut panel at startup (Mostrar Painei de Atalhos no início)

Long build menu (menu de construção longo)

Confirm Record Deletion (Confirmar Exclusão de Registro)

Recalculate path lengths when adjusted (Recalcular comprimento dos caminhos quando forem ajustados)

Time Between Autosaves (Salvar automaticamente a cada ... tempo)

MENU DE LAYOUT



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



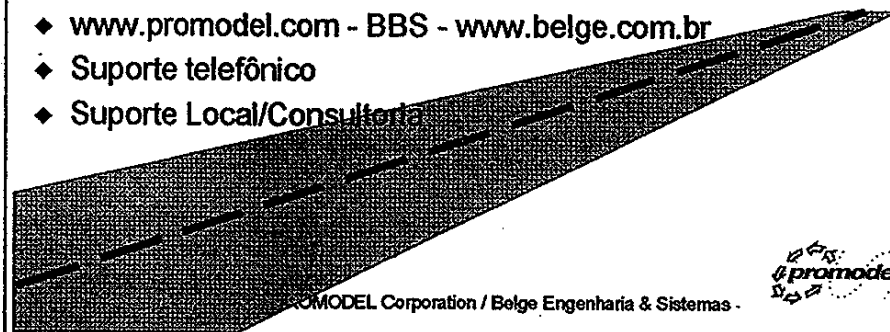
A versão 4.0 do ProModel contém um poder adicional à interface do usuário, através do menu sensível ao contexto no layout.

A qualquer momento que você clicar com o botão direito no layout, irá aparecer um menu, permitindo que você ajuste suas preferências de layout (zoom, vistas, mostrar grade, etc.), editar os gráficos de fundo, ou, se você clicar com o botão direito perto de um elemento do modelo, você pode ir direto para a tabela de registros daquele elemento ao clicar com o botão esquerdo nesta opção.

Há muita funcionalidade no menu de layout. Se você quiser, existe uma maneira mais fácil de “navegar” ou editar o layout de seu modelo, apenas clicando com o botão direito. Você pode até mesmo excluir objetos inteiros do layout e do modelo através do menu de layout!

O CAMINHO PARA A AUTOSUFICIÊNCIA

- ◆ Ajuda On-Line
- ◆ Documentação (Manual, Manual de Referência)
- ◆ Modelos de Referência
- ◆ Construtor de Comandos e de Lógicas
- ◆ www.promodel.com - BBS - www.belge.com.br
- ◆ Suporte telefônico
- ◆ Suporte Local/Consultoria



PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



Nós queremos que você seja capaz de completar projetos valiosos e significativos no final do curso. Certamente nós não conseguiremos ensiná-lo tudo o que é preciso saber sobre simulação e sobre o ProModel no curto tempo que temos. Uma parte do que ensinarmos servirá como ferramenta para sua autosuficiência, assim você estará apto a obter mais informações que você precisará no futuro. Algumas destas ferramentas são:

Ajuda On-Line

Documentação

Modelos de Referência

Construtor de Lógicas e de Comandos

www.promodel.com - BBS - www.belge.com.br

Suporte Telefônico

Consultoria

MODELOS 1A/1B

- ◆ Aplicações:
 - Processamento individual de peças, cortar matéria prima em pedaços, agrupamento para tratamento térmico
- ◆ Características do ProModel
 - Gráficos de Locais (Location)
 - Comandos WAIT e MOVE FOR
 - Caixa de diálogo de Roteamento, quantidade de Saída (Output)
 - Comando COMBINE
- ◆ Interpretação de Dados
 - Identificação de gargalos, cálculos de produção
- ◆ Teoria/Técnicas de Simulação
 - Número de entidades no sistema

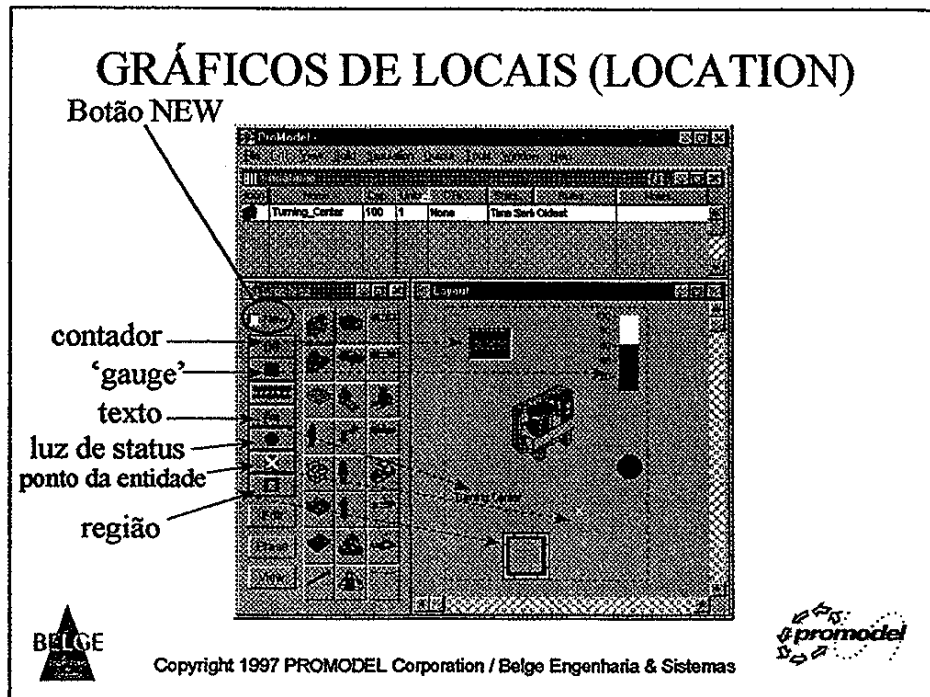


Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



Estes são os tópicos que cobriremos nos modelos 1A e 1B.

Nós cobriremos os elementos básicos no modelo 1A e depois incluiremos mais detalhes no modelo 1B.



Há várias opções disponíveis para melhorarmos os gráficos e aumentarmos as informações associadas aos locais do seu modelo que aparecerão na tela. Desative o botão NEW (novo) para adicionar estes elementos ao local selecionado. **Tenha cuidado em primeiro selecionar o local que você quer acrescentar estes elementos, e não esqueça de desligar o botão NEW !!**

Contador - Mostra o conteúdo numérico do local

Gauge - Mostra graficamente o conteúdo do local

Texto - Associa texto ao local

Luz de Status - Muda de cor baseada no status do local

Ponto da Entidade - Ponto onde a entidade vai aparecer graficamente no local. (Dica: você pode criar vários pontos ao manter a tecla Shift do teclado pressionada e clicando com o mouse)

Região - Área (invisível durante a simulação) útil para definir locais por cima de gráficos

TEMPOS DE PROCESSO

Entidade @ Local
Comando WAIT

Exemplos:

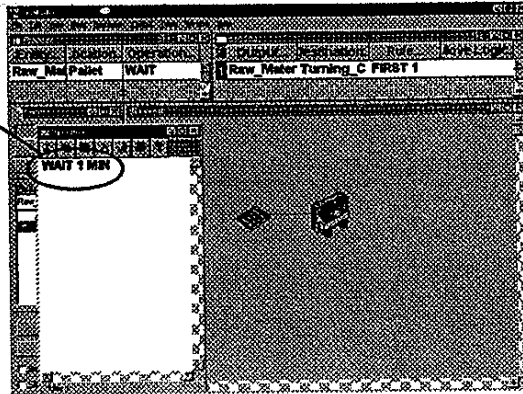
WAIT 3

(usa unidade de
tempo padrão)

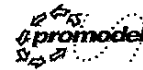
WAIT 5 min

WAIT 5 sec

WAIT 5 hr



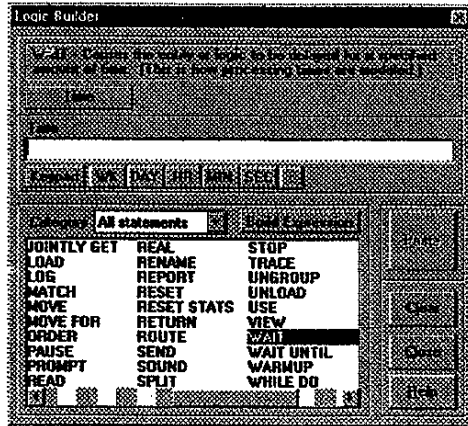
Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



Para criar tempos de processo no seu modelo, use o comando WAIT (esperar) na lógica de operação (Operation Logic). Isto faz com que a entidade espere (e ocupe capacidade no local) a quantidade de tempo especificada.

CONSTRUTOR DE LÓGICAS

- ◆ Clique com o botão direito do mouse, ou pressione o ícone 'build' (desenho de martelo) em qualquer lógica
- ◆ O construtor de lógicas irá colocar os comandos no formato apropriado



O construtor de lógicas é uma ferramenta poderosa para criar lógicas de simulação sem que você precise escrever a lógica.

Simplesmente abra o construtor de lógicas clicando com o botão direito ou pressionando o ícone de construção (martelo) na janela de lógica.

Isto também funciona na lógica de movimentação (move logic), ou em vários outros campos onde múltiplas entradas podem ser válidas.

TEMPOS DE MOVIMENTAÇÃO

Entidade entre Locais
comando MOVE FOR

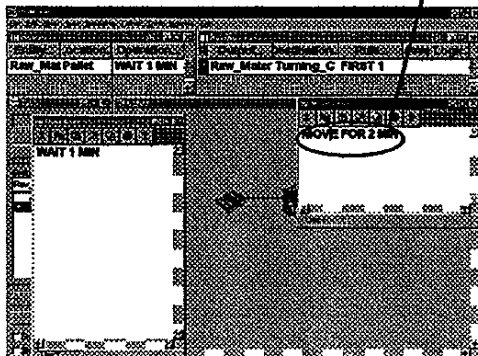
Colocado na lógica de
movimentação

Exemplos:

MOVE FOR 2

(usa a unidade de tempo padrão)

MOVE FOR 4 min

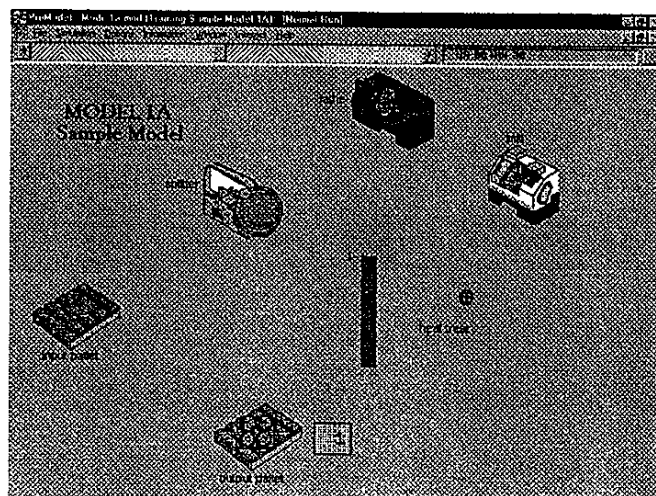


Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas

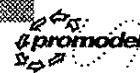


Para especificar a quantidade de tempo que uma entidade leva para ir de um local para o outro, use o comando MOVE FOR na lógica de movimentação (Move Logic). Isto faz com que a entidade se movimente durante a quantidade de tempo especificada.

MODELO 1A EXERCÍCIO



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



LEIA TODA A DESCRIÇÃO DO MODELO ANTES DE COMEÇAR A CONSTRUI-LO.

No Modelo 1A *mat_prima* entra no sistema no *pallet_entrada* e vai para o seccionador. Do seccionador as peças vão para o torno, a freza, e depois para o *trat_termico*. Do *trat_termico*, um lote vai para o *pallet_saida* e um produto acabado sai do *pallet_saida* para a saída (EXIT). Veja o fluxograma na página seguinte.

Para este modelo você precisará criar os seguintes registros:

<u>Locations</u>	<u>capacity</u>
<i>pallet_entrada</i>	1
seccionador	1
torno	1
freza	1
<i>trat_termico</i>	1
<i>pallet_saida</i>	1

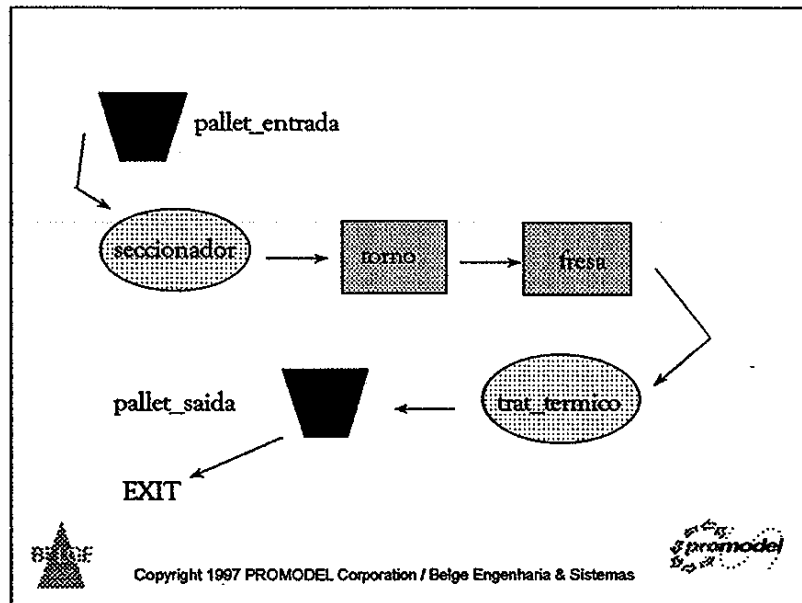
Entidades

mat_prima

peca

prod_acabado

lote



Processing (Processos)

entity	location	operation	output	destination	move logic
mat_prima	pallet_entrada	0 MIN	mat_prima	seccionador	.1 MIN
mat_prima	seccionador	4 MIN	peca	torno	.1 MIN
peca	torno	3 MIN	peca	fresa	.1 MIN
peca	fresa	2 MIN	peca	trat_termico	.1 MIN
peca	trat_termico	10 MIN	lote	pallet_saida	.1 MIN
lote	pallet_saida	3 MIN	prod_acabado	EXIT	0 MIN

Arrivals (Chegadas)

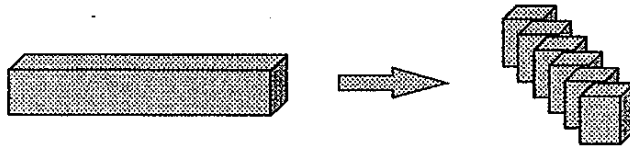
entity	location	qty each	first time	occur	freq
mat_prima	pallet_entrada	1	0	inf	10

No modelo, coloque um 'gauge' no local trat_termico e dê um duplo clique no gráfico na janela de layout para editá-lo como quiser. Coloque também um contador no pallet_saida. Um duplo clique no contador também permite que você o edite. Os tempos de processo e de movimentação estão indicados acima, mas você precisará incluir os comandos WAIT e MOVE FOR.

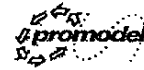
Vá para o menu 'Simulation/Options' e ajuste o modelo para rodar por dez horas. Salve o modelo como Modelo1A.mod e simule-o. Para utilizar os mesmos ícones do exemplo, vá para o menu 'Build /General Information', e altere a biblioteca gráfica para "40train.glb"

Cortar/Desagrupar

- ◆ Quantidade de saída x na caixa de diálogo de roteamento



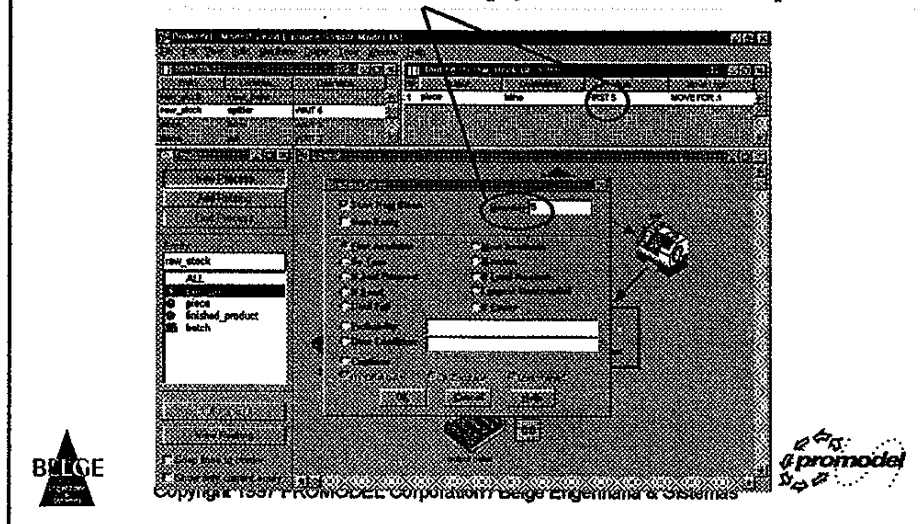
Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



Este é essencialmente o procedimento para qualquer tipo de operação onde uma peça é dividida em duas ou mais peças. Isto pode corresponder a corte, despaletização, etc. A maneira mais simples de se fazer isto no ProModel é através da mudança na quantidade de saída, na caixa de diálogo de regras de roteamento. Isto pode ser visualizado na próxima página.

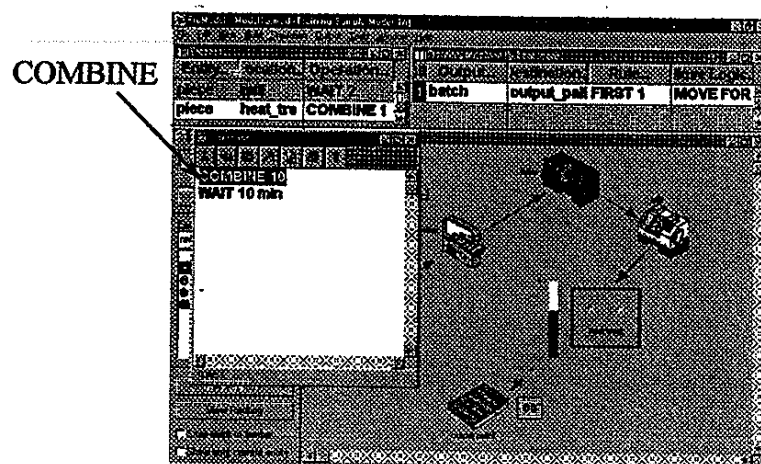
Cortar/Desagrupar (Continuação)

A quantidade de saída é cinco. Cinco peças saem de uma matéria prima

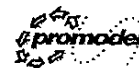


No menu Build/Processing na janela de Roteamento (Routing edit table) há uma quantidade (quantity). Esta janela pode ser acessada clicando no botão 'Rules'. Mudando esta quantidade, muda o número de entidades que vão ser roteadas para o local de destino. Em outras palavras, para cada entidade que entram, cinco saem.

Formando Lotes/(comando COMBINE)



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



Anteriormente falamos sobre dividir entidades, agora nós veremos como juntá-las. Há vários comandos no ProModel que fazem esta operação, mas o mais comum é o comando COMBINE. Este comando *combina e consolida* um número especificado de entidades.

O comando COMBINE espera até que haja no local o número especificado de peças e, depois, as combina em uma entidade a qual é roteada para adiante como uma entidade de saída. É possível mudar o nome da entidade que sai, de onde ocorreu uma combinação.

Veja o exemplo acima.

MODELO 1B EXERCÍCIO



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



LEIA TODA A DESCRIÇÃO DO MODELO ANTES DE COMEÇAR A CONSTRUI-LO.

No modelo 1B, nós temos a matéria prima chegando no pallet de entrada, de onde ela é roteada para o seccionador. Do seccionador, saem cinco peças que vão para o torno. Do torno, as peças vão para a fresa. Depois as peças vão para o tratamento térmico, onde 10 são combinadas (comando COMBINE) e saem como lote. O lote vai para o pallet de saída, onde cinco deles são combinados (comando COMBINE) como produto acabado. E assim o produto acabado é roteado para a saída (EXIT).

No seu modelo, faça as seguintes mudanças:

Locations	capacity
trat_termico	10
pallet_saida	5

Processing (o mesmo)

entity	location	processing time	entity	destination	move time
mat_prima	pallet_entrada	0	mat_prima	splitter	.1
mat_prima	splitter	4	peca	torno	.1
peca	torno	3	peca	freza	.1
peca	freza	2	peca	trat_termico	.1
peca	trat_termico	10	lote	pallet_saida	.1
lote	pallet_saida	0	prod_acabado	EXIT	

Arrivals

entity	location	qty each	first time	occur	freq
mat_prima	pallet_entrada	1	0	inf	10

No modelo, apague o 'gauge' do local trat_termico e coloque um novo (como mudamos a capacidade do local, nós devemos atualizar as informações do 'gauge'). Você precisará incluir agora os comandos COMBINE, necessários no trat_termico e no pallet_saida. A quantidade de saída no seccionador também precisará ser mudada. Note que a capacidade dos locais onde as entidades são combinadas precisa ser aumentada.

Vá para o menu 'Simulation/Options' e ajuste o modelo para rodar por dez horas. Salve o modelo como MODELO1B.MOD e coloque para simular. A página seguinte cobre as questões de interpretação que nos interessam para análise.

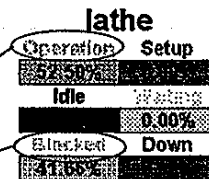
Interpretação de Dados

Gargalos: Onde estão eles
e como eu posso saber?

LOCATION STATES BY PERCENTAGE (Single Capacity)

Location Name	Scheduled Hours	Operation	Setup	Idle	Waiting	Blocked	Down
input pallet	18	0.00	0.00	19.75	0.00	80.25	0.00
splitter	10	14.37	0.00	0.37	0.00	85.07	0.00
lathe	18	52.50	0.00	3.63	0.00	41.67	0.00
mill	18	34.72	0.00	21.93	0.00	43.33	0.00

% de operação e % bloqueado



ENTITY ACTIVITY

Produção: Quantas peças
eu estou produzindo?

Entity Name	Total Exits	Current Quantity In System
raw stock	21	2
piece	110	3
finished product	2	0
batch	10	0

total de saídas



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belg.

Clicando no botão 'State' (estados) ou 'Utilization Summary' (resumo de utilização) do editor de resultados, veremos os gráficos dos estados das máquinas. As estatísticas de %Operation (% em operação) e %Blocked (% bloqueada) são as chaves para a identificação de gargalos. Esta informação também está disponível no texto do relatório de saída (output report).

'Entity Activity' (atividade das entidades) indica o número de saídas do sistema.

Volte para as estatísticas do modelo e determine quais os locais que poderiam ser os gargalos. Que mudanças você proporia para melhorar o sistema? Quais são os efeitos destas mudanças?

Técnicas/Teoria da Simulação

◆ Número de entidades no sistema

- Mantenha no mínimo.
- Divisões (splits), múltiplos roteamentos, múltiplas quantidades, tudo isso cria mais entidades
- Use os comandos GROUP (agrupar), COMBINE (combinar), LOAD (carregar), JOIN (unir) para consolidar entidades e gráficos
- Cada entidade significa mais trabalho para a sua CPU



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



Duas questões:

Simplicidade do sistema.

Quais os dados que você precisa?

Número de eventos.

Cada evento processado utiliza tempo de CPU

MODELO 2

- ◆ Aplicações:
 - Acompanhando os defeitos, calculando WIP (estoque em processo), contando peças produzidas, adicionando postos de trabalho, inspeção
- ◆ Características do ProModel
 - Variáveis, comandos INC/DEC
 - Gráficos de fundo (Background Graphics)
 - Caixa de diálogo de Roteamento (Routing Dialog Box), probabilidades, iniciar novo bloco (Start New block).
- ◆ Interpretação de Dados
 - Acompanhando valores de variáveis, plotando tempo vs. valor
- ◆ Técnicas/Teoria de Simulação
 - Capacidade e unidades de um local



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



Estes são os tópicos cobertos pelo Modelo 2

VARIÁVEIS

- ◆ Definidas no menu Build/Variables
- ◆ Contadores, estatísticas do sistema, cálculos numéricos
- ◆ Colocadas na tela para comunicação visual
- ◆ Use INC, DEC, e outros operadores numéricos para manipular os valores das variáveis



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas

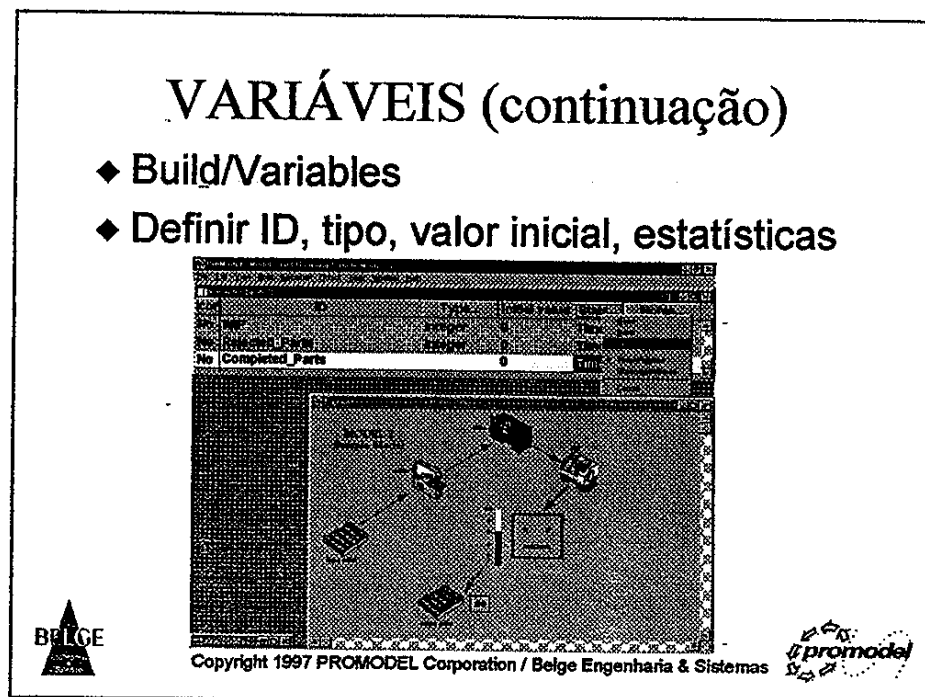


As variáveis no ProModel são contadores, definidos pelo usuário para representar valores numéricos que mudam com o passar do tempo.

As próximas páginas mostrarão como aplicar variáveis em seus modelos.

VARIÁVEIS (continuação)

- ◆ Build/Variables
- ◆ Definir ID, tipo, valor inicial, estatísticas



Para estabelecer a variável que será usada no modelo, vá para o menu 'Build' e selecione 'Variables'.

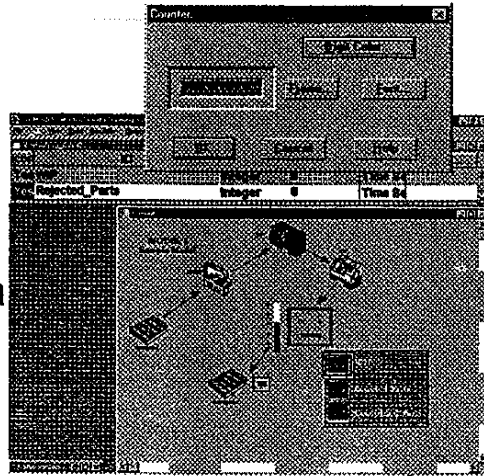
O ID é o nome pelo qual a variável é identificada no modelo.

Os tipos de variáveis podem ser: inteiro (integer - números inteiros) ou real.

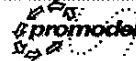
As estatísticas (Statistics) podem ser: nenhuma (none), básicas (basic), ou detalhadas (time-series). Adicionalmente, você pode coletar as estatísticas tanto ponderadas no tempo, quanto baseadas em observação.

VARIÁVEIS (continuação)

- ◆ Contadores, outras informações
- ◆ Dê um duplo clique na tela para editar



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas

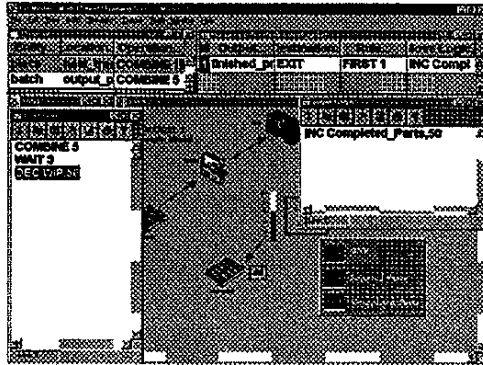


Para colocar uma variável do seu modelo como um mostrador na tela, selecione simplesmente a linha da variável na tabela de edição de variáveis e, depois, clique no layout no local onde você quer que ela apareça.

Você poderá editar o tamanho, tipo, e cor da letra, bem como as características da caixa, através de um duplo clique no layout sobre o ícone da variável.

VARIÁVEIS (continuação)

- ◆ Comandos INC / DEC
 - INC ID da variável, incrementa valor - DEC ID da variável, decrementa valor
 - O valor padrão para incrementar/decrementar é 1.
- ◆ +, -, /, *, =
- ◆ Válido em um campo de lógica (operation, move logic)



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



Para que as variáveis sejam úteis, nós precisamos manipular seus valores. Isto pode ser feito com os comandos INC e DEC.

O comando INC faz com que o valor da variável seja incrementado de um valor específico, ou de 1 (um) se nenhum valor for especificado.

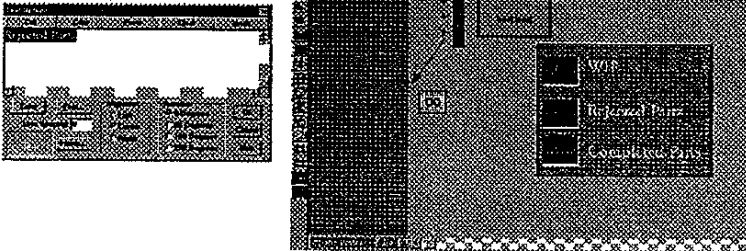
O comando DEC faz com que o valor da variável seja decrementado de um valor específico, ou de 1 (um) se nenhum valor for especificado.

Os operadores numéricos que são válidos para operar com variáveis estão especificados no Manual de Referência (Reference Manual).

As variáveis são válidas em qualquer campo de lógica.

GRÁFICOS DE FUNDO (BACKGROUND GRAPHICS)

- ◆ Texto, gráficos e outros efeitos visuais que aparecerão no modelo.
- ◆ Na Frente (In Front Of) / Atrás (Behind) da Grade



The left screenshot shows a window titled 'Projected Path' with a 3D bar chart. The right screenshot shows the main 3D workspace with a grid and a 'Projected Path' window.

BELGE

Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas

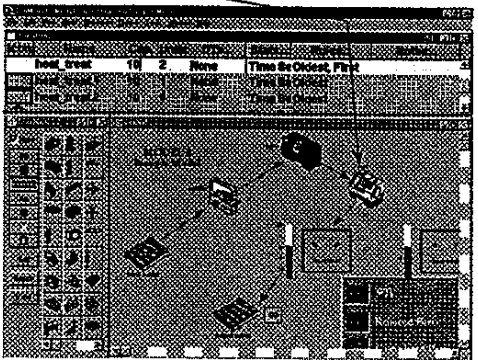
promodel

61

ADICIONANDO ESTAÇÕES DE TRABALHO

Locais com Múltiplas Unidades

- criação de outras unidades
- seleção definida nas regras
- não pode ser roteada para uma unidade específica!

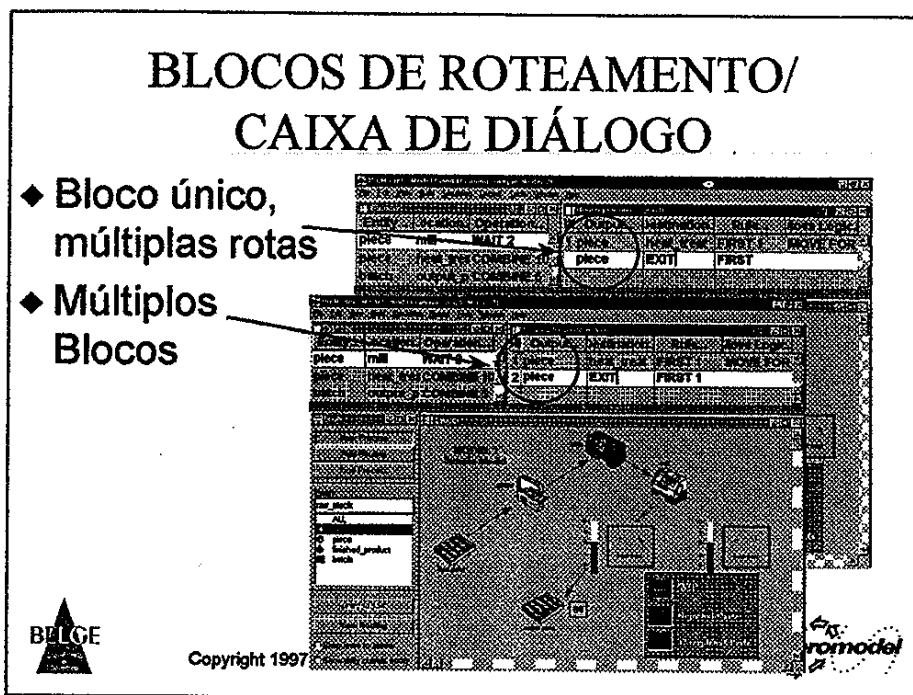


The screenshot shows the PROMODEL software interface. At the top, there is a table with columns: Name, Units, Rules, and Status. The table lists several locations, including 'local_1', 'local_2', and 'local_3'. Below the table, there is a diagram showing the flow of the simulation process, with various icons representing different types of units and their connections.

Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas

Há várias formas de adicionar postos de trabalho, e a seção de 'Técnicas de Simulação/Teoria' no final deste modelo discute alguns dos benefícios e imperfeições de cada uma das formas. Neste exemplo, nós aumentaremos o número de unidades de um local. Isto é feito simplesmente mudando o valor de unidades no campo 'units' na tabela de Locais. Esta ação cria outras unidades idênticas à primeira. As unidades individuais são selecionadas para roteamento baseadas nas regras de roteamento definidas para o local-base (onde está especificada a quantidade de unidades).

NÃO ROTEIE PARA UMA, OU À PARTIR DE UMA UNIDADE ESPECÍFICA, DE UM LOCAL DE MÚLTIPLAS UNIDADES !! (exemplo: trat_termico.2)



Quando estiver roteando uma peça para o local seguinte, as vezes é necessário fornecer múltiplas rotas que podem ser tomadas pela entidade. Isto é feito criando **múltiplas linhas** ou **múltiplos blocos** de roteamento.

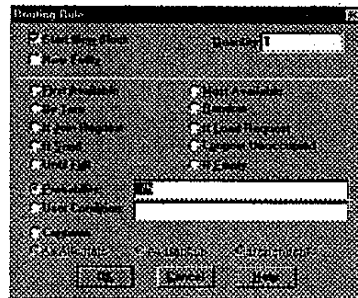
Se um registro de roteamento possui *múltiplas linhas dentro de um bloco*, apenas uma das linhas será executada. Em outras palavras, a entidade será roteada para apenas um local. A entidade escolhe a linha de roteamento baseada nas regras de roteamento que foram estabelecidas na caixa de diálogo de regras (coluna 'Rule...').

Se houver *múltiplos blocos* de roteamento, todas as linhas serão executadas e a entidade especificada será roteada para os locais indicados (criando-se entidades). Isto é feito clicando no botão 'Rule' e a seguir na caixa 'Start New Block' (iniciar novo bloco).

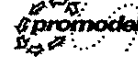
INSPEÇÃO / ROTEAMENTOS PROBABILÍSTICOS

◆ Exemplo:

- Todas as entidades são inspecionadas com uma taxa de rejeição de 25%, (por exemplo a cada 4 peças 1 é rejeitada)



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



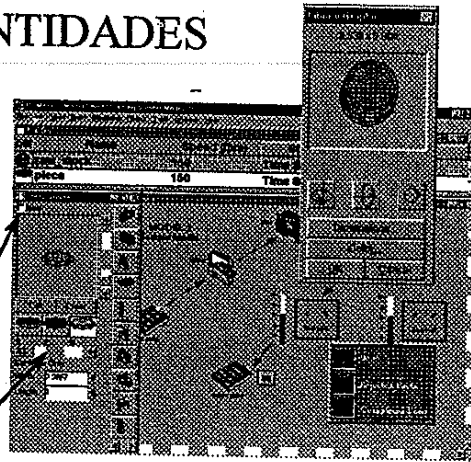
Em alguns casos, existe uma probabilidade da peça ser roteada para uma área ou para a outra. Este efeito pode ser modelado no ProModel criando-se múltiplas linhas no mesmo bloco de roteamento e selecionando-se o botão 'Probability' (probabilidade) na caixa de diálogo de roteamento. Lá designamos a cada rota potencial uma probabilidade de ocorrência. A soma das probabilidades das linhas deve ser 1.0.

No nosso exemplo, há 75% de chance da peça ir para o trat_termico, e 25% de chance de ser rejeitada e ir para a saída (EXIT).

Lembre-se que as linhas devem pertencer ao mesmo bloco!

MUDANDO O ASPECTO GRÁFICO DAS ENTIDADES

- ♦ Aumentando o realismo da animação, debugging, comunicação
- ♦ Janela de Gráficos da Entidade
 - desative o 'new'
 - escolha o gráfico alternativo, edite-o
- ♦ comando GRAPHIC



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



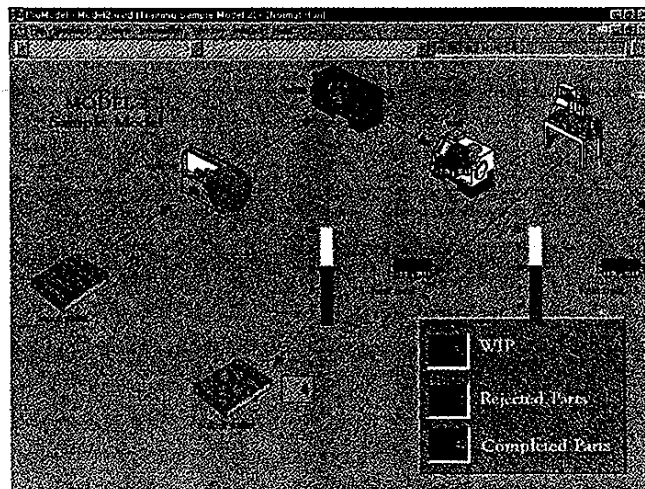
Uma das ferramentas de animação mais poderosas do ProModel, é a habilidade de mudar o aspecto gráfico de uma Entidade. Isto é feito através do menu Build/Entities e ao selecionarmos a entidade apropriada na tabela de registros.

Deve-se desativar o botão NEW (igual ao dos locais!!) e lá aparecerão espaços para novos gráficos. Clicando em um espaço em branco e escolhendo o gráfico alternativo, nós podemos desenhar gráficos diferentes para a mesma entidade. Nós podemos também usar o botão Edit e a barra deslizante para mudar a cor, a rotação, e o tamanho da entidade na animação.

Para que se use um dos gráficos alternativos durante a simulação, a entidade deve executar um comando GRAPHIC. Especificando-se GRAPHIC <expressão>, a entidade mudará para o aspecto gráfico apropriado.

Exemplo: GRAPHIC 2 (muda para o segundo gráfico)

MODELO 2 EXERCÍCIO



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



O Modelo 2 tem o mesmo processo do Modelo 1. Nós deveríamos ter determinado que o trat_termico era um dos mais problemáticos em termos de gargalos. Para corrigir isto, nós vamos adicionar mais uma unidade de trat_termico. Nós também inspecionaremos as peças, das quais 25% serão rejeitadas. Para nos dar maiores informações na tela, nós criaremos variáveis para visualizarmos o seguinte: Estoque em processo (WIP), peças rejeitadas, e peças produzidas.

Assim, nós precisaremos adicionar o seguinte ao modelo.

Locations	capacity	units
inspecao	1	1
trat_termico	10	2

Entities

rejeitada

Da freza a peca deve ir para a inspecao onde você irá modelar um bloco de roteamento com 2 linhas, cada uma com uma probabilidade.

Processing

<u>entity</u>	<u>location</u>	<u>processing time</u>	<u>entity</u>	<u>destination</u>	<u>routing</u>	<u>move time</u>
peca	freza	2 MIN	peca	inspecao		.1 MIN
peca	inspecao	1 MIN	peca	trat_termico	.75	.1 MIN
			rejeitada	exit	.25	0 MIN

Variables

<u>ID</u>	<u>TYPE</u>
WIP	integer
pecas_rejeitadas	integer
pecas_completadas	integer

Você pode incrementar a variável WIP quando as pecas são criadas após o seccionador, e decrementá-la quando as peças completadas (e rejeitadas) saírem. Incremente a variável pecas_rejeitadas quando as rejeitadas vão para a saída (exit), e a variável pecas_completadas quando as peças boas saem. Coloque estas variáveis na tela, vá para o menu Background Graphics e coloque legendas para elas.

Finalmente nós mudaremos o gráfico das entidade quando elas saem do torno e depois novamente quando sairem da freza. Isto irá exigir que você vá para o menu Build/Entities, escolha a entidade peca e crie 2 gráficos adicionais para esta entidade. Depois na lógica de processo dos locais respectivos, use o comando GRAPHIC para mudar o gráfico da entidade quando acabar o tempo de espera.

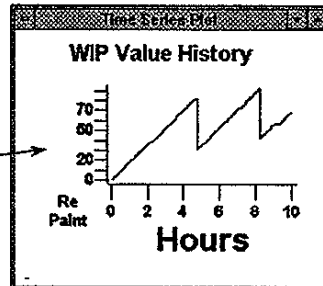
INTERPRETAÇÃO DE DADOS

◆ Quais são os valores de minhas variáveis?

◆ Como os valores mudaram durante a simulação?

VARIABLES

Variable Name	Total Changes	Average Minutes Per Change	Minimum Value	Maximum Value	Current Value	Average Value
WIP	171	3.497876	0	83	69	51.4872
rejected parts	30	15.653269	0	30	30	19.3377
completed parts	2	247.850000	0	100	100	34.4



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas

No editor de resultados, você pode examinar as condições finais das variáveis através do Relatório Geral (General Report), ou do histórico dos valores da variável durante a simulação.

Qual foi o efeito causado pela adição de mais uma unidade do trat_termico?

TÉCNICAS DE SIMULAÇÃO/ TEORIA

◆ Múltiplas Unidades / Múltipla Capacidade / Múltiplos Locais



Única Unidade
Capacidade Única



Única Unidade
Múltipla Capacidade



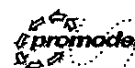
Múltiplas Unidades
Capacidade Única



Múltiplas Unidades
Múltipla Capacidade



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



Tipo do local	Vantagens	Desvantagens
Única Unidade Capacidade Única		
Única Unidade Múltipla Capacidade		
Múltiplas Unidades Capacidade Única		
Múltiplas Unidades Múltipla Capacidade		

MODELO 3

- ◆ Aplicações:
 - operações em esteiras (conveyors) e filas (queues), montagem, peças em locais fixos
- ◆ Características do ProModel
 - esteira vs. fila
 - Comandos JOIN (unir) e LOAD/UNLOAD (carregar/descarregar)
- ◆ Interpretação de Dados
 - níveis de inventário, esperando por peças
- ◆ Teoria/Técnicas de Simulação
 - JOIN vs LOAD



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas

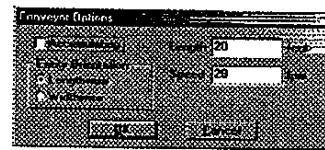
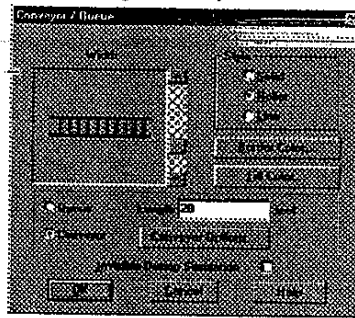


Estes são os tópicos que cobriremos nos Modelos 3A e 3B.

No Modelo 3A veremos esteiras e filas enquanto que no Modelo 3B examinaremos operações de montagem.

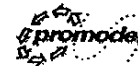
ESTEIRAS (Conveyors)

- ◆ Barra de ferramentas dos locais
- ◆ Criação igual à das filas
- ◆ Duplo clique para editar
- ◆ Fatores principais
 - comprimento (length)
 - velocidade (speed)
 - capacidade, tamanho da entidade - tanto gráfica como fisicamente.
 - acumulativa vs não-acumulativa



Comando MOVE (mover)

Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



As esteiras são usadas para modelar sistemas de manuseio de material ou qualquer outro método de transportar entidades que tenha um comportamento similar a uma esteira propriamente dita. Somente uma peça por vez é que poderá ser carregada numa esteira. O número de peças permitidas numa esteira é limitado tanto pela capacidade da esteira como pelo tamanho da entidade e o comprimento da esteira.

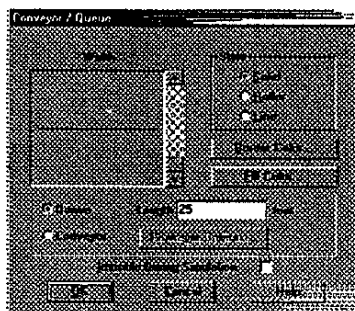
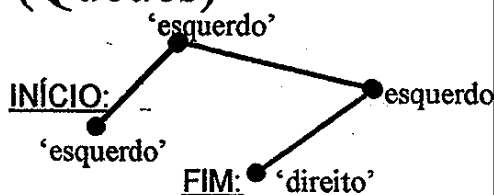
A entidade se move na esteira de acordo com a velocidade e no comprimento da esteira.

As esteiras acumulativas se comportam como mesas de roletes (rollers) enquanto que as não-acumulativas se comportam como cinta transportadora.

Veja a próxima página para o uso do comando MOVE com esteiras.

FILAS (Queues)

- ◆ Barra de ferramentas dos locais
- ◆ Clique com o botão esquerdo do mouse para iniciar, clique com o esquerdo para "dobrar" ou "quebrar" o caminho, e o direito para finalizar
- ◆ Dê um duplo clique na fila no layout para editar
- ◆ Fatores Principais
 - comprimento (length)
 - velocidade da entidade, tamanho gráfico
 - capacidade
- ☐ Comandos MOVE/MOVE



BELGE FOR

Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas

promode

As filas são usadas para armazenamento, mantenedores de estoque, e para criar pulmões em frente aos locais.

Graficamente a fila irá mostrar apenas o número de entidades que podem ser mostradas, baseado no tamanho da fila vs. Tamanho (apenas gráfico) da entidade.

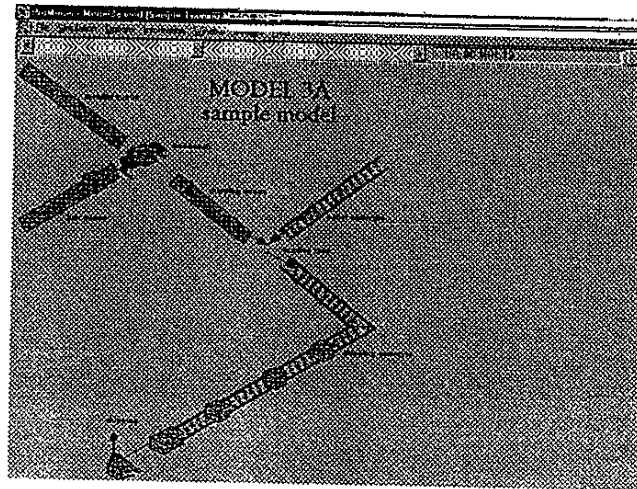
A fila pode comportar até a sua capacidade especificada (o default é infinito) mas pode não mostrar todas as entidades.

O comando MOVE (mover) permite que você controle o momento em que uma lógica de fila/esteira é executada. A lógica situada antes do comando MOVE é executada assim que a entidade entra na fila/esteira; e a lógica situada depois do comando MOVE será executada apenas quando a entidade chegar no final da fila/esteira.

O comando MOVE FOR (mover por) permite que você controle a quantidade de tempo que a entidade irá levar para percorrer o comprimento da fila. Se não for colocado nenhum comando MOVE FOR, o tempo será:

comprimento da fila/velocidade da entidade.

MODELO 3A EXERCÍCIO



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



No Modelo 3A nós criaremos uma rede de filas e esteiras que será percorrida por uma caixa. No próximo modelo a rede será modificada para criarmos operações mais complexas.

Crie o seguinte:

<u>Locations</u>	<u>capacity</u>	<u>specs</u>
fila_monitor	5	comprimento da fila 20
fila_caixa	5	comprimento da fila 20
mesa	1	
fila_expedicao	5	comprimento da fila 20
esteira_pallet	inf	comprimento do conveyor 20 velocidade 20 / acumulativo
zona_carregam	1	
esteira_expedicao	inf	comprimento do conveyor 60 velocidade 20 / acumulativo
expedicao	1	

Entities

caixa

Processing

<u>entity</u>	<u>location</u>	<u>operation</u>	<u>output</u>	<u>destination</u>	<u>rules</u>
caixa	fila_monitor		caixa	mesa	
caixa	fila_caixa		caixa	mesa	
caixa	mesa	1 MIN	caixa	fila_expedicao	
caixa	fila_expedicao		caixa	zona_carregam	
caixa	esteira_pallet		caixa	zona_carregam	
caixa	zona_carregam	.5 MIN	caixa	esteira_expedicao	
caixa	expedicao conveyor		caixa	expedicao	
caixa	expedicao	2 MIN	caixa	EXIT	

Arrivals

<u>entity</u>	<u>location</u>	<u>quantity</u>	<u>first time</u>	<u>occur</u>	<u>freq</u>
caixa	fila_monitor	1	0	inf	3
caixa	fila_caixa	1	1	inf	3
caixa	esteira_pallet	1	5	inf	5

Você precisará criar o processo acima e colocar os comandos WAIT apropriados. Lembre-se que a edição de uma esteira ou fila se dá através de um duplo clique sobre o mesmo.

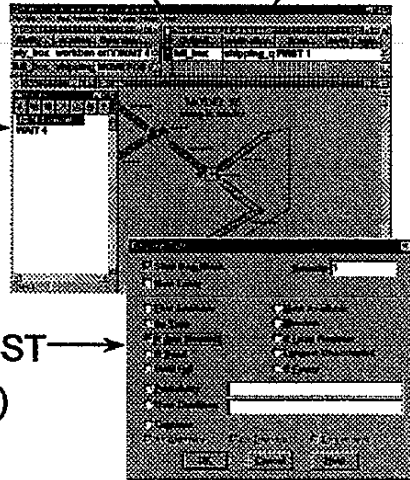
Rode o modelo por dez horas.

COMANDO JOIN (Unir)

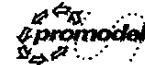
Duas peças:

1) Comando JOIN →

2) regra IF JOIN REQUEST →
(se solicitado p/ união)



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



O processo de união é usado para montar duas entidades. Após o processo, as entidades estarão permanentemente unidas. A primeira parte da união é o comando JOIN, que basicamente fala “Eu sou uma entidade, una uma peça a mim”. A regra correspondente se comporta como uma espera, segurando a peça até que a outra entidade execute o comando JOIN.

Para cada comando JOIN, deverá haver uma regra ‘If Join Request’ correspondente.

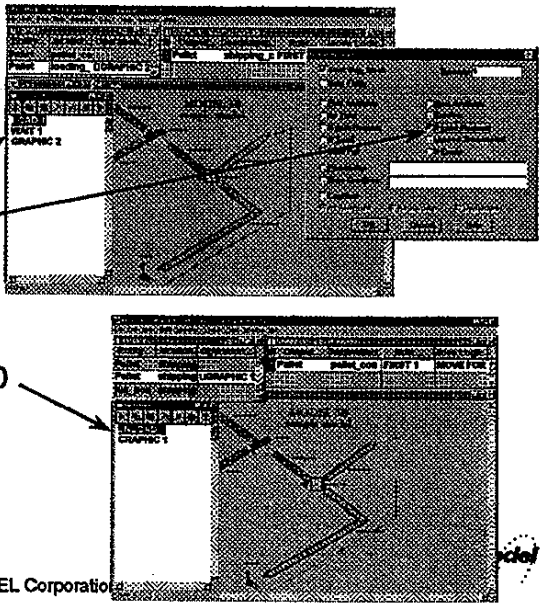
COMANDOS LOAD/UNLOAD (Carregar/descarregar)

Primeiro, carregue (Load):

- 1) Comando LOAD
- 2) regra
If load request

Depois, descarregue (Unload): (se desejar)

- 1) Comando UNLOAD
- 2) Use um processo separado para a entidade descarregada!

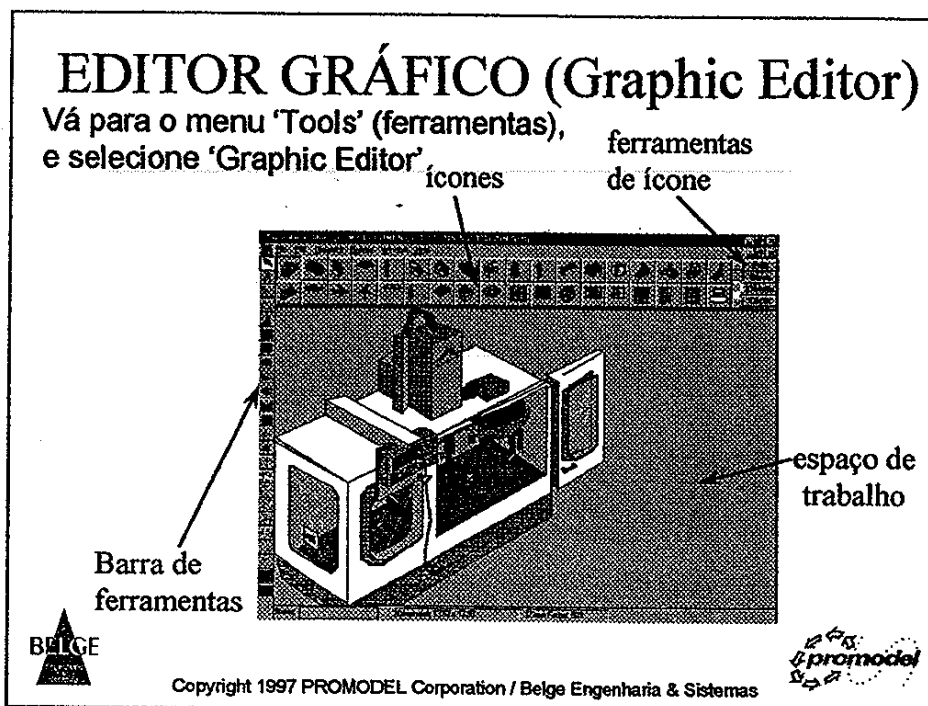


Copyright 1997 PROMODEL Corporation

O comando LOAD trabalha como o comando JOIN, exceto pelo fato de que as entidades carregadas podem ser posteriormente descarregadas, ou desmontadas.

O comando LOAD tem duas partes correspondentes, o comando e a regra de roteamento 'If Load Request'.

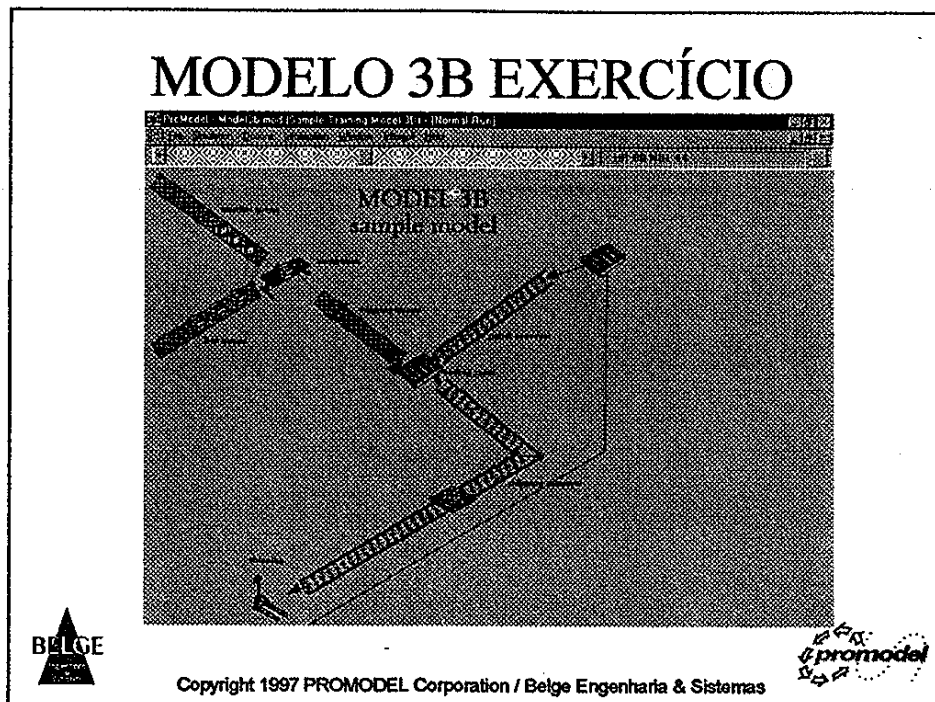
O comando UNLOAD irá descarregar o número especificado de entidades no local. Depois você deve criar um registro de processo para todas as entidades que foram descarregadas. Veja o exemplo acima.



O editor gráfico permite que você crie e adicione novos gráficos ao arquivo '.glb' usado pelo modelo, mude gráficos existentes, e crie novos arquivos .glb.

Há várias ferramentas disponíveis: tanto na barra de ferramentas à esquerda como no menu de gráficos (graphic menu). As ferramentas de ícones permitem que você edite um ícone existente, salve o espaço de trabalho como um ícone, ou exclua o ícone selecionado. O botão 'clear' limpa o espaço de trabalho.

Se você quiser adicionar um ícone à biblioteca gráfica, você deve primeiro criar o ícone no espaço de trabalho. Depois salve o gráfico do espaço de trabalho na biblioteca clicando no botão 'save'. Para salvar a biblioteca inteira, selecione 'save' no menu File.



Neste modelo, nós modificaremos o sistema de filas e esteiras para realizar operações de montagem, e carregamento de peças em outras peças.

Modifique o Modelo 3A nas seguintes áreas:

- entities
- monitor
- caixa_vazia
- caixa_cheia
- pallet
- pallet_carregado

O processo e as chegadas para estas entidades são os seguintes:

entity	location	processing	entity	destination	routing	move time
monitor	fila_monitor	MOVE	monitor	mesa	Join 1	
caixa_vazia	fila_caixa	MOVE	caixa_vazia	mesa	first 1	
caixa_vazia	mesa	JOIN 1 monitor	caixa_cheia	fila_expedicao	first 1	4 min
caixa_cheia	fila_expedicao		caixa_cheia	zona_carregam	Load 1	
pallet	esteira_pallet		pallet	zona_carregam	first 1	
pallet	zona_carregam	LOAD 1	pallet_carregado	esteira_expedicao	first 1	1min
pallet_carregado	esteira_expedicao		pallet_carregado	expedicao	first 1	
pallet_carregado	expedicao	UNLOAD 1	pallet	esteira_pallet	first 1	.3 min
caixa_cheia	expedicao		caixa_cheia	EXIT		

arrivals

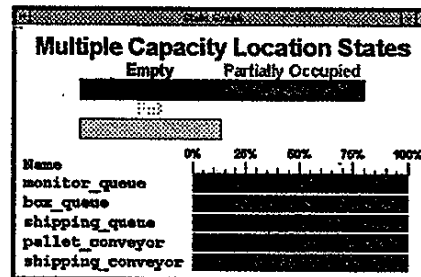
entity	location	qty each	first time	occur	freq
monitor	fila_monitor	5	0	inf	20
caixa_vazia	fila_caixa	5	0	inf	20
pallet	esteira_pallet	1	0	3	2

No modelo, os monitores e as caixas vazias são unidos na mesa e as caixas cheias seguem para a zona de carregamento pela fila de expedição. Depois elas são carregadas em um pallet e vão para a expedição através da esteira de expedição. As caixas cheias são descarregadas da esteira e saem do sistema. Os pallets retornam para a esteira de pallets e são reciclados no sistema.

Rode o modelo por 10 horas e analise os resultados.

INTERPRETAÇÃO DE DADOS

- ◆ Níveis de fila para controle de inventário
- ◆ Quanto tempo as peças ficaram esperando para serem trabalhadas?

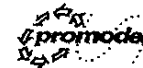


LOCATION STATES BY PERCENTAGE (Single Capacity)

Location Name	Scheduled Hours	Operation	Setup	Idle	Waiting	Blocked	Down
workbench	10	59.98	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
loading zone	10	24.83	0.00	0.16	75.03	0.00	0.00
shipping	10	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



Que tipo de inventário estamos estudando?

Peças esperando por trabalho, e este é um tempo que Não Agrega Valor.

Como podemos analisar estes aspectos?

Gráficos do estado dos locais (Location state graphs) e estado dos locais por porcentagem.

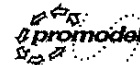
Que mudanças poderiam ser feitas no sistema para reduzir o inventário e os tempos de espera?

TEORIA/ TÉCNICAS DE SIMULAÇÃO

- ◆ JOIN vs. LOAD
- ◆ Fila vs. Esteira



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



Quais são as maiores diferenças entre os comandos JOIN e LOAD? Quando usar um ou o outro?

COMANDO	Vantagens	Desvantagens
LOAD		
JOIN		

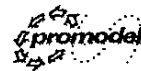
Por que usar uma esteira ao invés de uma fila?

MODELO 4

- ◆ Aplicações:
 - Usando operadores para operações, mais de um operador para uma operação
- ◆ Características do ProModel
 - Recursos (Resources)
 - Redes de caminhos (Path Networks)
 - GET, FREE, USE, MOVE WITH
- ◆ Interpretação de Dados
 - Utilização dos recursos
- ◆ Teoria de Simulação
 - Nível de detalhamento



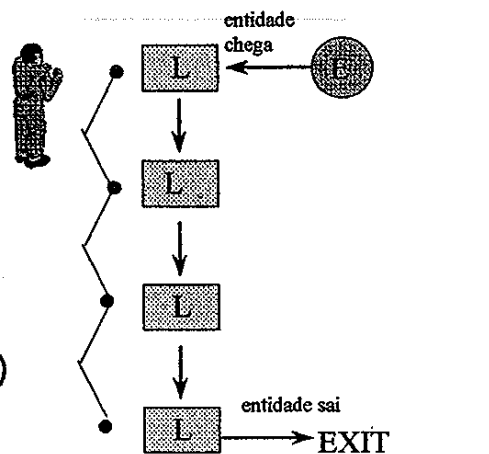
Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



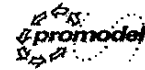
Estes são os tópicos cobertos pelo Modelo 4.

O QUINTO ELEMENTO

- ◆ E se nós quisermos que um recurso transporte as entidades de um local para o outro?
- ◆ E se eles realizam operações nestes locais?
- ◆ Recursos (Resources)
- ◆ Redes de caminhos (Path Networks)



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



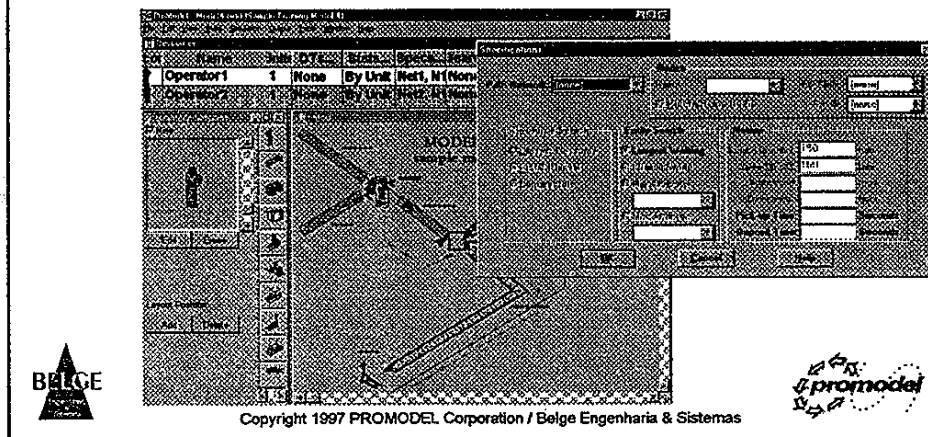
Um recurso é uma pessoa, equipamento, ou algum outro dispositivo que é usado para executar uma ou mais das seguintes funções: transportar entidades, auxiliar na realização de operações de entidades nos locais, ou realizar manutenção em outros recursos.

Nós precisamos definir dois elementos para o recurso:

O recurso (resource) propriamente dito, e a rede de redes de caminhos (path network) que define a movimentação do recurso.

RECURSOS (Resources)

- Clique no gráfico (o registro é criado automaticamente).
- Mude o nome do registro, especificações (specs).

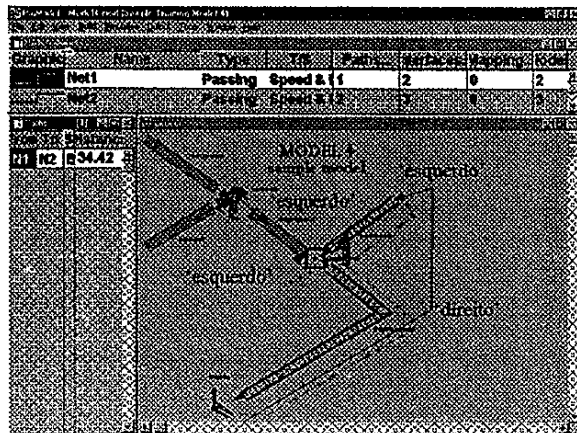


Vá para o menu Build/Resources e clique no gráfico desejado na caixa de ferramentas dos recursos. Esta ação vai automaticamente criar um registro na Tabela de Edição de Recursos (Resource Edit Table). Depois você pode mudar o nome, o número de unidades e as especificações do recurso.

As especificações (coluna 'specs') permitem que você defina a rede na qual o recurso se movimenta, os nós nos quais ele pára, e a movimentação do recurso.

REDES DE CAMINHOS (Path Networks)

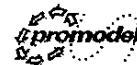
- ◆ Definição
 - Build/Path Networks
 - Nome, tipo, bases, caminhos, e interfaces
 - Clique com o botão esquerdo para iniciar, clique com o esquerdo para dobrar, e clique com o direito para finalizar.



◆ Nós e segmentos



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



As redes de caminhos (Path Networks) são o método pelo qual o recurso se movimenta.

As redes de caminhos (Path Networks) consistem em nós, que são conectados por segmentos de caminhos. Os segmentos de caminhos são definidos por um nó de início e um de fim e podem ser uni-direcionais ou bidirecionais. Múltiplos segmentos de caminhos, que podem ser retos ou requebrados, são conectados nos nós do caminho.

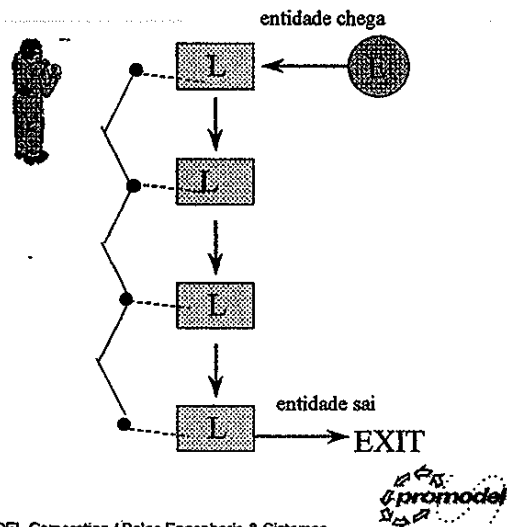
A criação de um caminho na rede se inicia selecionando o botão Paths e depois clicando com o botão esquerdo no layout onde você quiser que o caminho comece. As clicadas subsequentes colocam quebras no caminho, e uma clicada com o botão direito irá finalizar o caminho.

INTERFACES DE REDES DE CAMINHOS

- define a interação entre os nós e os locais
- clique com o botão esquerdo em um nó e depois clique com o botão esquerdo em um Local para criar uma interface
- múltiplas interfaces em um mesmo nó, apenas uma interface por local



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



As interfaces informam o ProModel onde o recurso interage com o local (location) quando ele está na rede de caminho (Path Network).

Para criar uma interface entre um nó e um local, clique com o botão esquerdo no nó e solte o botão do mouse (você verá uma linha pontilhada) e depois clique com o botão esquerdo no local e solte o botão do mouse.

Você pode criar múltiplas interfaces de um nó simples para os locais, mas só poderá criar uma interface da mesma rede de caminho para um local particular.

GET/FREE, USE, MOVE WITH

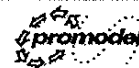
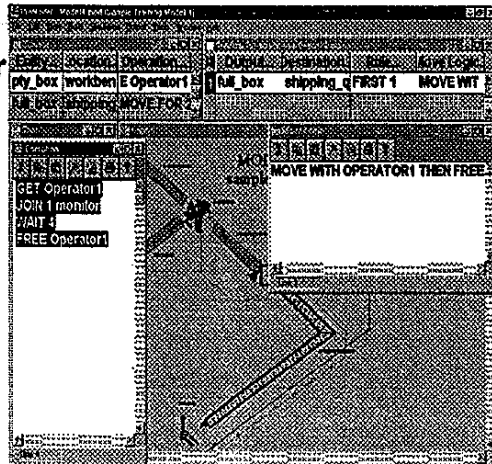
◆ GET/FREE,USE

- Usado para capturar um recurso e executar trabalho em um local

◆ MOVE WITH

- Usado para capturar um recurso para transportar entidades entre os locais

- THEN FREE



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas

Os comandos GET, FREE e USE são usados para capturar um recurso para uma atividade em um local.

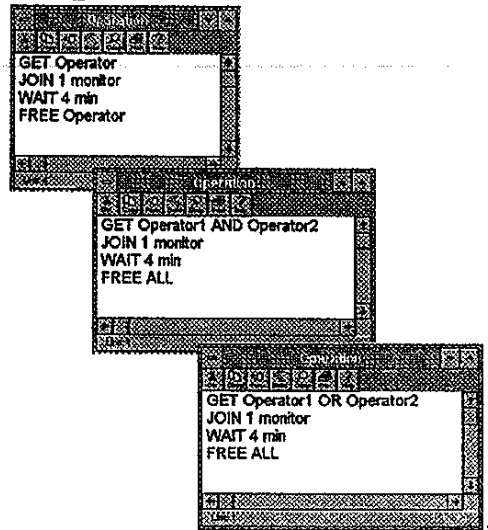
O comando GET (pegar) irá capturar o recurso e este permanecerá com a entidade até que um comando FREE (liberar) seja especificado.

O comando USE (usar) irá capturar o recurso pela quantidade de tempo especificada e depois automaticamente liberá-lo.

O comando MOVE WITH (mover com) é usado para capturar um recurso para fazer o transporte entre os locais (onde nenhuma atividade está sendo realizada no local atual). O recurso ficará com a entidade até que um comando THEN FREE (então liberar) ou um comando FREE (liberar) seja encontrado na lógica.

Múltiplos Operadores

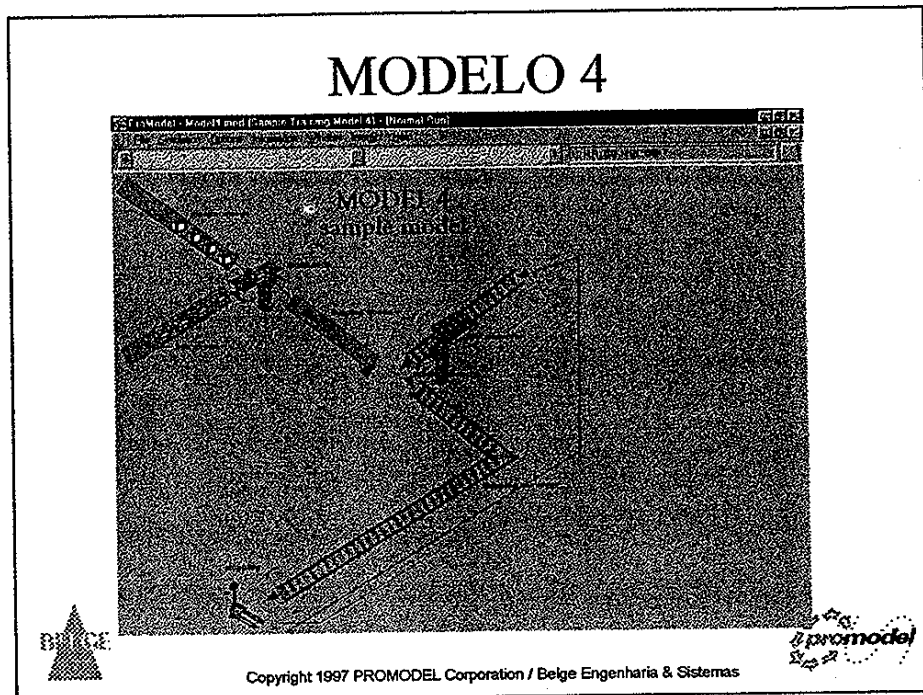
- ◆ Usando um único operador para uma operação de montagem
- ◆ Usando múltiplos operadores para a mesma operação
- ◆ Usando qualquer operador para a operação



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



O comando GET (pegar) usado em conjunto com AND (e) e OR (ou) permite que você capture múltiplos recursos para uma tarefa ou faça uma seleção alternativa.



No modelo 4 nós iremos adicionar recursos ao modelo anterior. Leia o modelo 3 e faça as seguintes mudanças:

Crie duas redes de caminhos (path networks) Rede1 e Rede2.

A Rede1 permite que um operador vá da mesa para a zona de carregamento.

A Rede2 permite que um operador vá da expedição para a zona de carregamento, e também para o início da esteira de pallets.

Crie interfaces da Rede1 para a mesa e para a zona de carregamento, e da Rede2 para a expedição, a zona de carregamento, e a esteira de pallets.

Crie dois operadores: Operador1 e Operador2.

Nas especificações (specs), coloque o Operador1 na Rede1 e o Operador2 na Rede2.

Coloque os comandos GET, FREE, USE e MOVE WITH/THEN FREE nos locais apropriados para que as seguintes atividades sejam cumpridas:

- O Operador1 realiza a união (JOIN) e a operação (WAIT) na mesa.
- Os Operadores 1 e 2 juntos realizam o carregamento (LOAD) e a operação (WAIT) na zona de carregamento.
- O Operador2 pega os pallets da expedição e os leva de volta para a esteira de pallets.

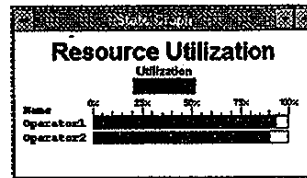
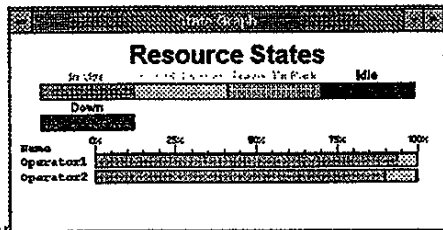
INTERPRETAÇÃO DE DADOS

RESOURCES

Resource Name	Units	Scheduled Hours	Number Of Times Used	Average Minutes Per Usage	Average Minutes Travel To Use	Average Minutes Travel To Park	% Blocked	% Util
Operator1	1	10	166	3.385100	0.224766	0.000000	0.00	93.67
Operator2	1	10	164	3.300860	0.359533	0.000000	0.00	90.22

RESOURCE STATES BY PERCENTAGE

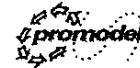
Resource Name	Scheduled Hours	% In Use	% Travel To Use	% Travel To Park	% Idle	% Down
Operator1	10	93.67	6.31	0.00	0.02	0.00
Operator2	10	90.22	9.64	0.00	0.14	0.00



- ◆ Utilização dos Recursos – estatísticas e gráficos



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



Quão efetivos são os recursos?

Veja em Recursos (Resources) no Relatório Geral (General Report), e veja nos gráficos de estado (state graphs) a utilização dos recursos e o estado geral.

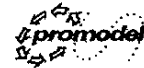
Técnicas/Teoria de Estatística

◆ Nível de Detalhamento

- Informação necessária/Escopo do Modelo
- Decisões
 - ❖ Quem irá tomá-las?
 - ❖ Que decisões irão tomar?
 - ❖ Que informações eles precisam para tomá-las?
- Maior complexibilidade nem sempre retorna maior benefício!



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



Que nível de detalhamento será necessário no modelo?

- ☞ Pergunte sobre as decisões acima, e depois planeje o
- ☞ modelo de acordo com suas respostas.

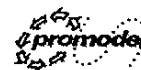
Modele apenas os elementos necessários!!

MODELO 5

- ◆ Aplicações:
 - Classificação, Inspeccionando uma Amostra, Retrabalho, Tempo de Ciclo
- ◆ Características do ProModel
 - Atributos
 - Lógica IF-THEN, comando ROUTE
 - Fusão de Modelos
 - Distribuições
 - Funções CLOCK() e LOG
- ◆ Interpretação de Dados
 - Avaliação de tempos de ciclo
- ◆ Teoria de Simulação
 - Lista de Eventos



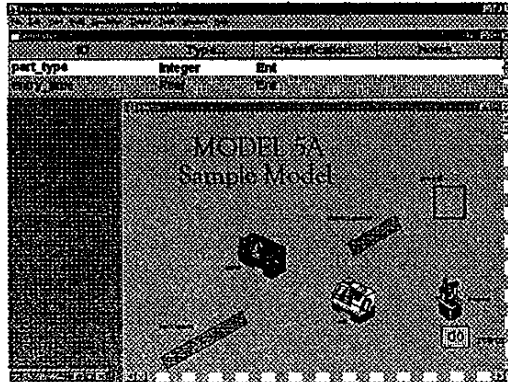
Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



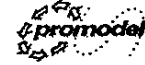
Estes são os tópicos cobertos no Modelo 5.

ATRIBUTOS (Attributes)

- ◆ Atributos no ProModel:
 - cor do cabelo, número da peça,
etc.
- ◆ Definição
 - Build/Attributes
 - Nome, Tipo,
Classificação
- ◆ Use operadores
matemáticos e
INC/DEC para mudar
os valores dos atributos



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



Os atributos são elementos similares às variáveis, mas são atachados a entidades específicas e geralmente contém informações sobre as entidades.

Para definir um atributo, vá para o menu Build/Attributes e crie um ID (nome ou identificação do atributo). Depois escolha o tipo e a classificação. Podem existir atributos para locais, mas desta vez nós analisaremos apenas atributos de entidades.

Os atributos são alterados e alocados quando uma entidade executa a linha de lógica que contém um operador, semelhante ao modo que as variáveis trabalham.

IF - THEN (ELSE)

Se - Então (Caso Contrário)

◆ Sintaxe

– IF <expressão Booleana> THEN <comando>

◆ Exemplos

```
IF var1=5 THEN WAIT 2 min
```

```
IF attr1<4 OR var1>0 THEN
```

```
    BEGIN
```

```
        var1=5
```

```
        WAIT 2 min
```

```
    END
```

```
ELSE
```

```
    BEGIN
```

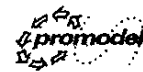
```
        var2=3
```

```
        Att3=7
```

```
    END
```



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



Os comandos IF - THEN (Se - Então) permitem ao usuário executar linhas específicas de lógica baseado em certas condições.

Os comandos BEGIN e END (início e fim) são necessários quando mais de uma linha de lógica deve ser executada baseado-se na condição dos comandos IF - THEN. Se não houver os comandos BEGIN e END, o modelo irá executar apenas a primeira linha após os comandos IF - THEN, baseado na condição IF - THEN.

O comando ELSE (Caso contrário) permite que você continue listando condições específicas. Você pode também continuar com comandos ELSE IF - THEN.

Veja a ajuda on-line para maiores detalhes.

Comando ROUTE (Rotear)

- ◆ Usado para controlar o roteamento específico de entidades
- ◆ Comando Route na lógica de operação
- ◆ Blocos de roteamento correspondentes

```

MOVE
entry_time = CLOCK()
IF part_type = 1 THEN
BEGIN
  GRAPHIC 2
  ROUTE 1
END
ELSE
BEGIN
  GRAPHIC 3
  ROUTE 2
END
  
```

Entity	Destination	Rule	Move Logic
1 Gear	lathe	FIRST 1	MOVE FOR .
2 Gear	mill	FIRST 1	MOVE FOR .



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



Lembre-se, das páginas anteriores, que a criação de dois blocos de roteamento irá rotar entidades para os dois destinos. O comando ROUTE porém permite que você crie vários blocos de roteamento e depois controle quais destes blocos serão executados.

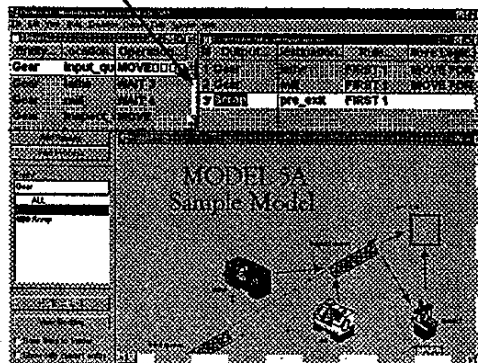
O comando ROUTE, seguido de um número, executa o roteamento específico que é referenciado.

Veja os exemplos acima.

BLOCO DE NOVA ENTIDADE

- ◆ Quando você altera (New Entity)
um tipo de entidade,
você pode querer
alterar suas
estatísticas ou
reinicializar seu custo
- ◆ Com múltiplos tipos
de entidades, você
deve dizer qual era a
entidade original ou a
entidade “principal”

*a estrela indica uma nova entidade



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



O bloco de entidade não é sempre necessário, mas para fatores, como custos, ou estatísticas do tipo “total de saídas”, convém declarar explicitamente qual dentre as várias entidades que partem é a entidade “principal”.

Dependendo de como você ajusta os roteamentos múltiplos, você pode receber uma mensagem de erro durante a simulação (run-time error) dizendo que você deve mudar o modo pelo qual manipula sua entidade principal. **NÃO SE DESESPERE!** Apenas leia a mensagem e tome as medidas apropriadas...suas estatísticas irão agradecer posteriormente!