

FUSÃO (Merge) NA MODELAGEM

◆ File/Merge

◆ Fusão de Modelos

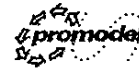
- combina os dois modelos e mantém inalterados os nomes dos registros

◆ Fusão de Submodelo

- combina os dois modelos e solicita ao usuário a inclusão de um prefixo ou de um sufixo, os quais serão inseridos nos registros do modelo que está sendo unido (por exemplo: loc1 : A_loc1)



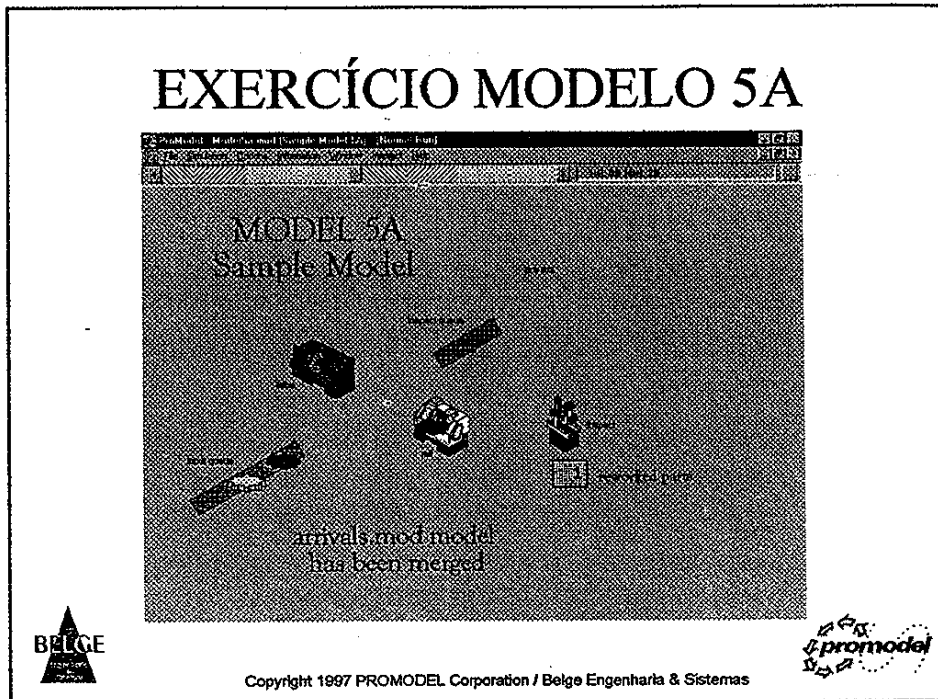
Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



- A Fusão (Merge) de Modelos é uma ferramenta poderosa que permite a você unificar diferentes modelos. Você pode criar competições para comparar sistemas, conduzir operações em diferentes seções, etc.

Isto é realizado através do menu File/Merge ao selecionar-se “model” ou “submodel”. As diferenças são explicadas acima.

Depois que for escolhido “Model” ou “Submodel”, o ProModel irá solicitar o nome do modelo que será unido. Em seguida irá aparecer uma cruz representando a localização no layout do canto superior esquerdo do modelo a ser unido.



No Modelo 5A nós temos peças que chegam e para as quais são dados atributos (attributes), e depois são classificadas com base no tipo de peça. Depois elas se movem para uma das duas máquinas e vão para uma fila onde toda quinta peça é inspecionada. Na inspeção nós temos uma taxa de retrabalho de 30%.

Crie o seguinte:

<u>Locations</u>	<u>capacity</u>
fila_entrada	inf
torno	1
freza	1
fila_inspecao	inf
inspecao	1
pre_saida	1

Entities
engrenagem

Processing

<u>Entity</u>	<u>location</u>	<u>operation</u>	<u>output</u>	<u>destination</u>	<u>routing</u>	<u>move time</u>
engrenagem	fila_entrada		engrenagem	torno		.1 MIN
			engrenagem	freza		.1 MIN
engrenagem	torno	3 MIN	engrenagem	fila_inspecao		.1 MIN
engrenagem	freza	4 MIN	engrenagem	fila_inspecao		.1 MIN
engrenagem	fila_inspecao		engrenagem	pre_saida		.1 MIN
			engrenagem	inspecao		.1 MIN
engrenagem	inspecao	1 MIN	engrenagem	fila_entrada	.30	.3 MIN
			engrenagem	pre_saida	.70	.1 MIN
engrenagem	pre_saida		engrenagem	exit		

arrivals

<u>entity</u>	<u>location</u>	<u>qty each</u>	<u>first time</u>	<u>occur</u>	<u>freq</u>
engrenagem	fila_entrada	1	0	inf	3 MIN

attributes

<u>ID</u>	<u>type</u>
tipo_peca	integer
tempo_entrada	real

variables

<u>ID</u>	<u>type</u>
contador_inspecao	integer
pecas_retrabalhadas	integer

Nós precisaremos unir um modelo ao seu chamado arrivals.mod (c:\promod3\models\training)

Adicione também a seguinte linha na lógica de chegada: `tipo_peca = arrivals_distribution()`

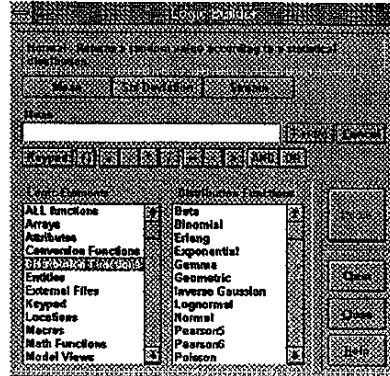
Classifique as peças na fila_entrada de modo que as peças com o atributo `tipo_peca = 1` sejam roteadas para o torno, e aquelas que são `= 2` route para a freza. (use os comandos IF-THEN em conjunto com o comando ROUTE para fazer isto).

Na fila_inspecao, crie uma lógica que irá rotear toda quinta peça para a inspecao; as outras irão direto para a pre_saida (Use também os comandos IF-THEN e as variáveis)

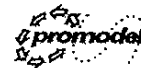
Na inspecao, 70% das peças são roteadas para a pre_saida e 30% são roteadas de volta para a fila_entrada.

Distribuições

- ◆ Usadas para criar aleatoriedade e representar tempos de operação reais
- ◆ Use o construtor de lógica (Logic Builder) para criar



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



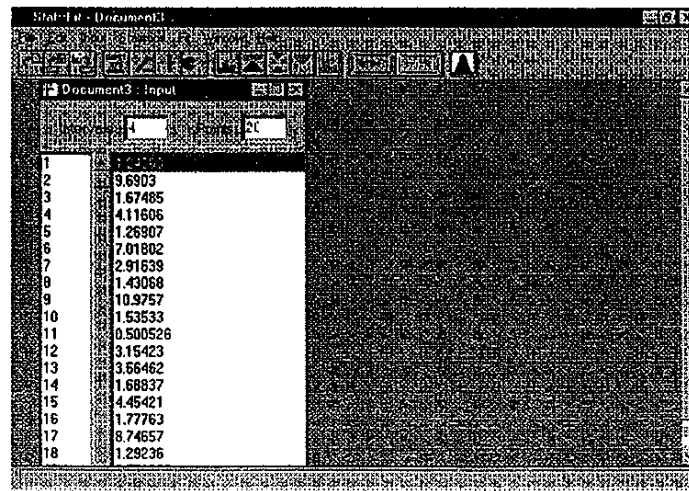
A escolha da distribuição correta é uma tarefa difícil, para não mencionar a escolha dos parâmetros corretos para a distribuição. Isto é geralmente feito com o uso de um software de ajuste de curvas, sobre o qual discutiremos mais tarde.

As distribuições nos nossos casos são associadas aos tempos de processo, apesar de poder ser usadas em vários lugares dentro do ProModel.

Nem todos os eventos são discretos dentro do mundo real. Eles acontecem com algum grau de aleatoriedade. As distribuições são um dos métodos do ProModel, para lidar com este efeito dentro do modelo.

Stat::Fit

(Software de ajuste de curvas incorporado ao 'ProModel')



The screenshot shows the Stat::Fit software interface. It features a menu bar at the top with options like File, Edit, View, and Help. Below the menu bar is a toolbar with various icons. The main window is titled 'Document3 - Input' and contains a data table with 18 rows and 2 columns. The first column contains integers from 1 to 18, and the second column contains decimal values. The interface also includes a status bar at the bottom.

1	3.22132
2	9.6903
3	1.67485
4	4.11606
5	1.26907
6	7.01802
7	2.91539
8	1.43068
9	10.9757
10	1.53533
11	0.500526
12	3.15423
13	3.66462
14	1.68837
15	4.45421
16	1.77763
17	6.74657
18	1.29236



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



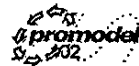
Inicie o Stat::Fit no menu Tools. O Stat::Fit está incluso em todas as cópias completas do software ProModel.

Três passos para o ajuste de dados com o Stat::Fit

- ◆ Entre com os dados (manualmente, clipboard, ou importe texto)
- ◆ Auto ajuste (Auto-fit) as curvas
- ◆ Analise os resultados
- ◆ Exporte o melhor para o ProModel



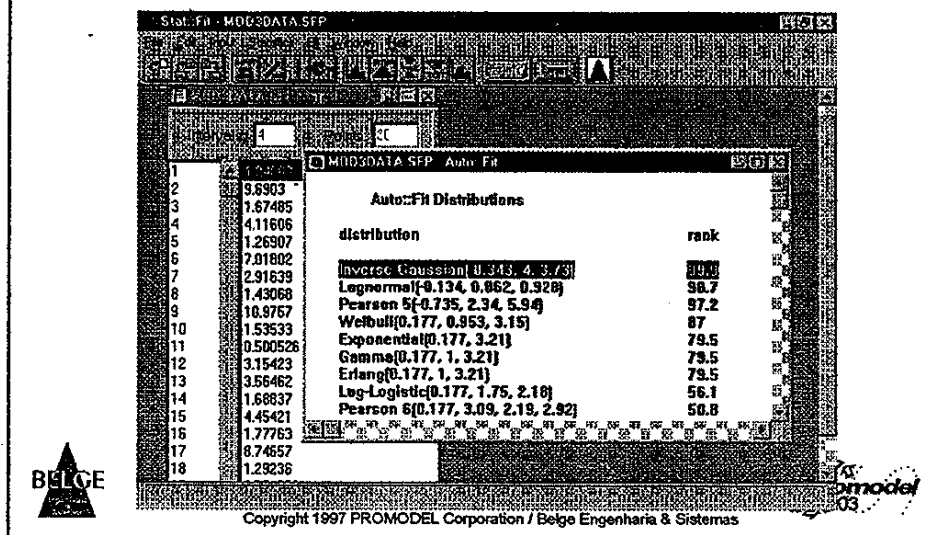
Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



O Stat::Fit oferece uma grande variedade de opções para realizar análises estatísticas nos seus dados de entrada. Lembre-se, o principal é o que você precisa para que o seu modelo represente a realidade. O objetivo do uso de distribuições para representar sua amostra de dados reais é para refletir a realidade mais precisamente. Nem todos os dados no seu modelo são importantes o suficiente para merecer um estudo de coleta de dados e um exercício de ajuste de curvas.

Se você achar que isto pode causar impacto em seus objetivos, então você terá que modelá-lo!

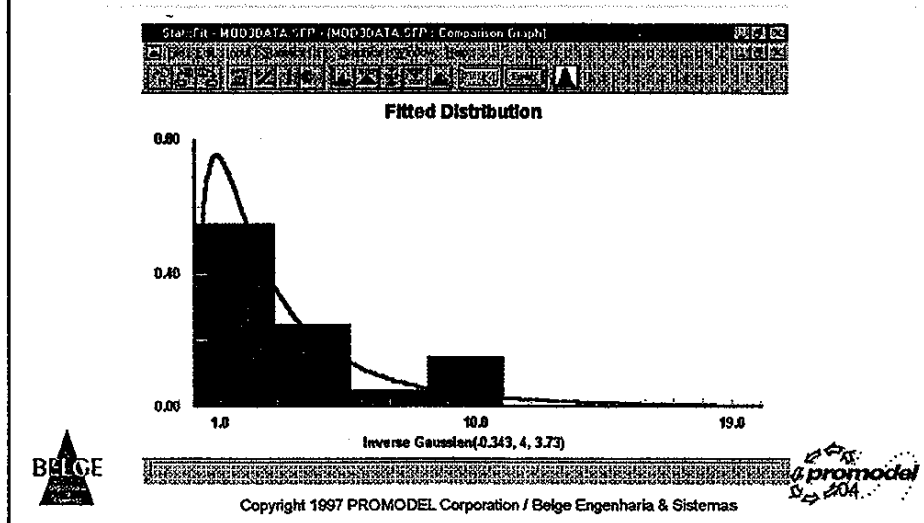
Resultados do Stat::Fit



○ O Stat::Fit é tão fácil como:

- 1) Entre com os dados
- 2) Clique em 'AutoFit'
- 3) Analise os resultados (não se esqueça de olhar o histograma)
- 4) Exporte sua seleção de volta para o campo apropriado do ProModel

Dados Reais Vs. Distribuição Seleccionada



Como a distribuição padrão não será exatamente igual aos seus dados, você está introduzindo um pouco de erro no seu modelo. Você DEVE analisar os histogramas e comparações gráficas para ter certeza que você entendeu as implicações da sua seleção de curva!

Funções CLOCK() e LOG

◆ CLOCK()

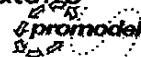
- Uso: CLOCK(<unidade de tempo>)
- retorna o tempo corrente de simulação
- () padrão, (hr), (min), (sec)

◆ LOG

- Uso: LOG < string de texto >, <expressão>
- subtrai a expressão do tempo corrente de simulação e grava o resultado com um título de string de texto.
- resultados encontrados no final do relatório de saída



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



As funções CLOCK e LOG permitem que você controle eventos baseados no tempo (como tempo de ciclo, tempo em proceso) dentro do seu modelo. A função CLOCK retorna um número real, assim atributos e variáveis designados para a função CLOCK devem ser do tipo Real.

A seguir um exemplo de tempo de ciclo:

Nós definimos um atributo chamado tempo_entrada (tipo real).

Em um local onde as entidades chegam nós escrevemos esta lógica:

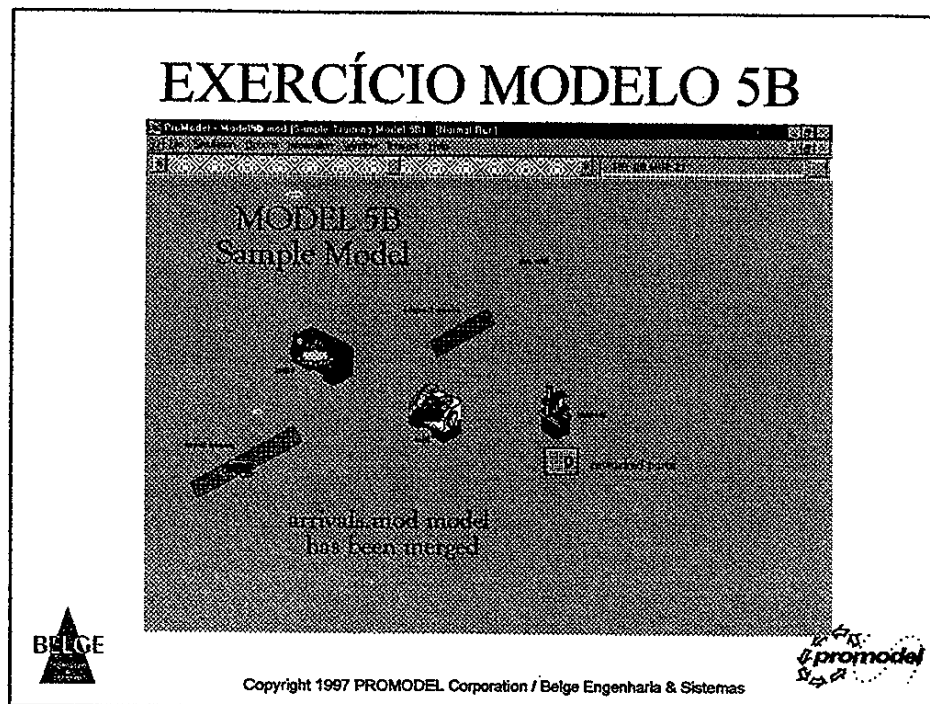
tempo_entrada = CLOCK()

Isto designa o tempo corrente de simulação para cada entidade que passa pela lógica.

No final do processamento onde as entidades saem do sistema nós incluímos esta lógica:

LOG "o tempo de ciclo é", tempo_entrada

Isto subtrai o valor gravado no atributo tempo_entrada do tempo corrente de simulação e grava este valor como título "o tempo de ciclo é".



No Modelo 5B nós adicionaremos distribuições ao modelo para os tempos de processo, e seguir as peças no sistema para calcular os tempos de ciclo apropriados.

Mude os tempos de processamento nos seguintes locais:

Entidade	Local	Operation
engrenagem	torno	N(3,.1) MIN
engrenagem	freza	N(4,.1) MIN
engrenagem	inspecao	N(1,.1) MIN

Crie uma marcação de tempo quando a peça entra na fila_entrada, usando um atributo e o comando CLOCK().

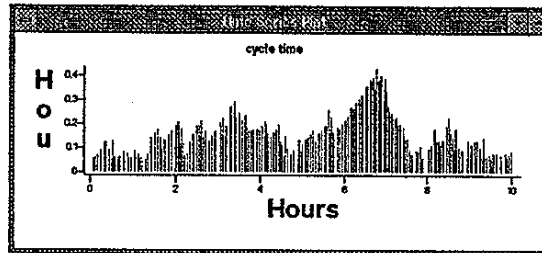
“Log” o tempo de saída no local na pre_saida, usando o mesmo atributo e o comando LOG.

Interpretação de Dados

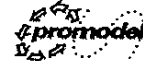
◆ Cálculo do tempo de ciclo

- relatório 'log' na saída
- entradas individuais

Log				
Log Name	Number of Observations	Minimum Value	Maximum Value	Average Value
cycle time	199	3.269000	21.820000	9.178578



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



- Nós podemos visualizar as estatísticas globais para o tempo de ciclo através do relatório 'Log' no final do Relatório Geral (General Report).

Os tempos individuais podem ser plotados usando os gráficos 'Time Series'.

Qual foi o mínimo e o máximo tempo de ciclo? A que você atribui estes tempos? E sobre a forma do gráfico?

Técnica/Teoria de Simulação

♦ Lista de Eventos da Simulação

- Os eventos ocorrem um de cada vez no ProModel, em outras palavras é um 'Simulador de Eventos Discretos'.
- O que acontece quando vários eventos são programados para o mesmo instante da simulação?



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



A CPU pode gerenciar um evento de cada vez e o mecanismo de simulação determina quais eventos são programados para serem executados.

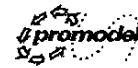
Há vários métodos diferentes para controlar um 'empate' dentro do ProModel, veremos alguns deles mais à frente.

MODELO 6

- ◆ Aplicações:
 - manutenção preventiva, turnos de operadores, tempos de preparação (setup)
- ◆ Características do ProModel
 - Paradas (downtimes) dos locais
 - Turnos (shifts)
 - Comando DISPLAY (apresentar)
- ◆ Interpretação de Dados
 - Eficácia dos turnos, análise de paradas
- ◆ Técnicas/Teoria de Simulação
 - Rastreador (Trace) e Depurador (Debugger)



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



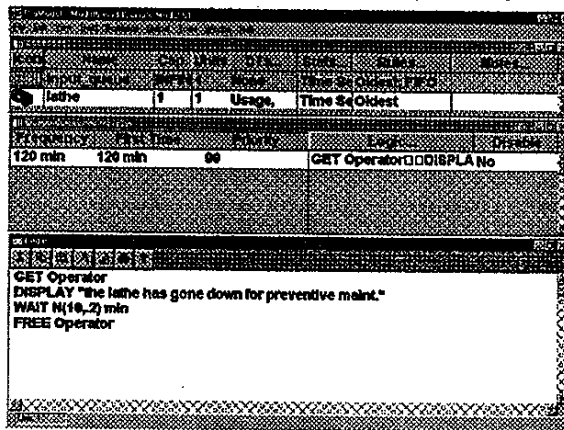
Estes são os tópicos que serão cobertos pelo Modelo 6.

MANUTENÇÃO PREVENTIVA

◆ Paradas dos Locais

– Clock (relógio), Entry (entradas), Usage (uso), Setup (preparação)

◆ Paradas por uso



The screenshot shows a software window titled 'Build/Build Locations'. It contains a table with columns: Name, Cnt, Time, DTs, Status, and Notes. The first row is 'lathe' with a count of 1 and a time of 120. Below the table, there are fields for 'Priority' (120 min), 'Wait Time' (120 min), and 'Priority' (99). A 'GET Operator' button is visible. At the bottom, a status window displays the message: 'GET Operator DISPLAY "the lathe has gone down for preventive maint." WAIT 14(10,2) min FREE Operator'.

Name	Cnt	Time	DTs	Status	Notes
lathe	1	120			

Priority: 120 min Wait Time: 120 min Priority: 99 GET Operator

GET Operator
DISPLAY "the lathe has gone down for preventive maint."
WAIT 14(10,2) min
FREE Operator



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas

A manutenção preventiva em uma máquina pode ser programada em intervalos regulares baseados no tempo do relógio (clock), no número de entradas que ocorrerem em um local (entry), ou na utilização da máquina no tempo (usage). Isto é feito através de paradas (downtimes) dos locais.

Vá para o menu 'Build/Locations', ative o registro (linha) do local desejado e clique no botão DT's.

A lógica especificada no 'downtime' é executada durante o tempo de parada, e isto pode incluir: a captura de recursos; tempos de espera (WAIT); e alterações em variáveis (apenas para mencionar alguns itens).

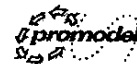
Veja o exemplo acima.

Turnos (Shifts)

- ◆ Cria programação customizada de trabalho/paradas para qualquer recurso ou local do modelo
- ◆ Definidos através do menu Build/Shifts/Define
- ◆ Designados para os locais e recursos no menu Build/Shifts/Assign



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas

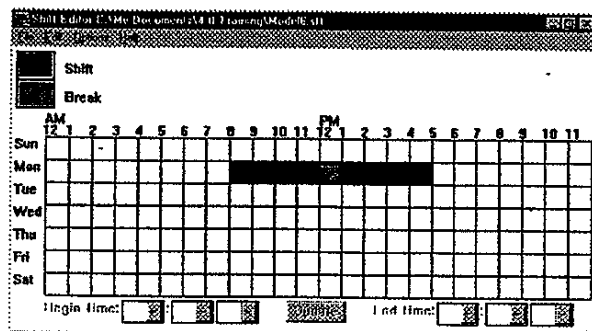


Os turnos no ProModel foram aprimorados, e constituem um método poderoso para se acrescentar realismo ao seu modelo. Você pode criar programações para seus locais e recursos, os quais simbolizam as reais programações de trabalho.

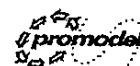
As páginas seguintes detalham o processo de criação e alocação de turnos.

Turnos (definição)

◆ Build/Shifts/Define



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



Quando você escolhe “define”, o editor de turnos (Shift Editor) irá aparecer e você estará apto a criar um arquivo (.sft) que define seu turno.

Clique e arraste a barra apropriada (“shift” ou “break”) para ajustar um turno.

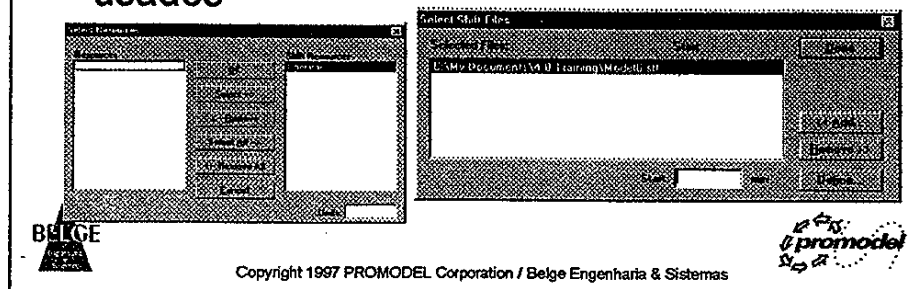
Shift = horário de trabalho; Break = intervalo

Você pode escolher “Edit/Duplicate” para duplicar um dia. Segurando a tecla shift e clicando nos dias desejados você pode fazer múltiplas duplicações.

O espaço em branco é considerado tempo fora do turno (off-shift), enquanto que o vermelho é considerado tempo de parada (break).

Turnos (alocação)

- ◆ Build/Shifts/Assign
- ◆ Selecione os recursos/locais que obedecerão o turno
- ◆ Selecione os arquivos de turno que serão usados



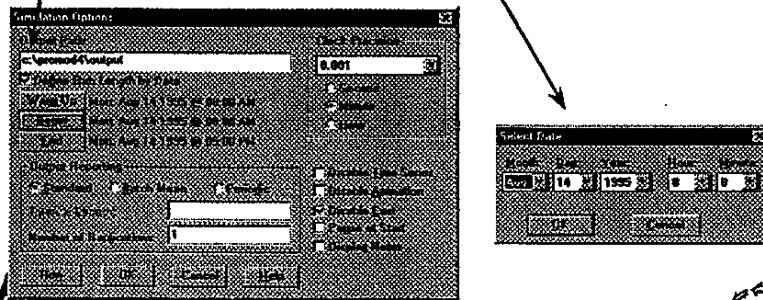
A alocação de recursos e locais aos turnos é feita através do menu Build/Shifts/Apply.

Clicando nos botões Locations ou Resources irá aparecer uma caixa de diálogo que permite que você selecione os locais/recursos desejados que obedecerão ao turno.

Pode-se também executar uma lógica antes do turno/parada (shift/break) ou durante o turno/parada.

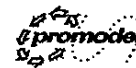
Turnos (rodando o modelo)

- ◆ Rodando o modelo com turnos:
 - Simulation/Options
 - Clique em “Define Run Length by Date”
 - Escolha as datas apropriadas



BELGE

Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



Para rodar o modelo usando os turnos que você definiu, vá para o menu Simulation/Options e clique na caixa “define run length by date”. Isto irá fazer com que apareça um calendário, o qual deve ser ajustado para rodar o modelo nas datas apropriadas.

Comando DISPLAY (Apresentar)

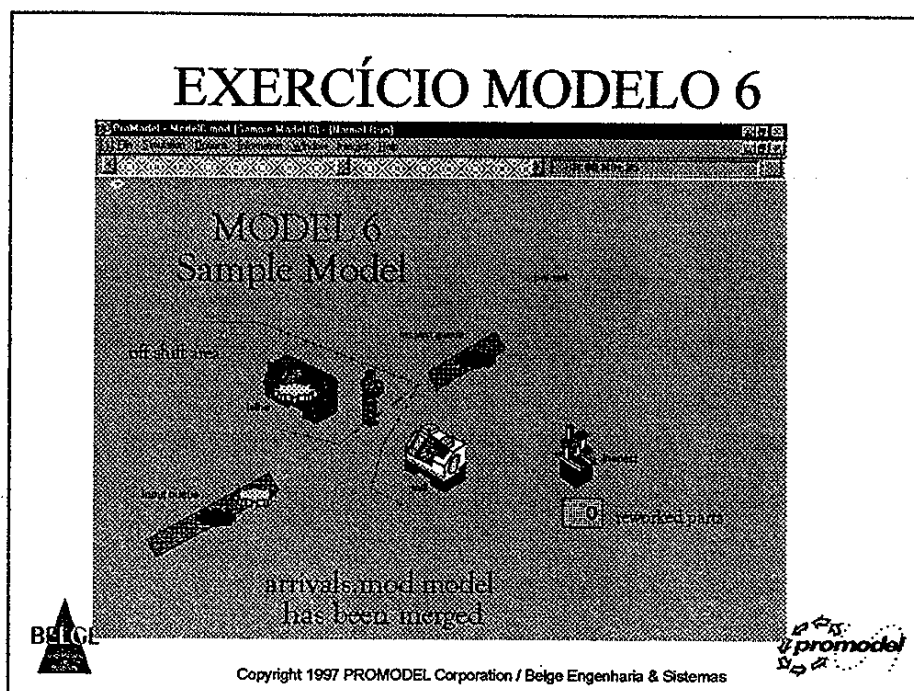
- ◆ Permite que você pause e mostre um texto e uma expressão (numérica) em pontos específicos durante a execução da simulação.
- ◆ Vá para Help/Index/Search
 - procure por “display” e descubra o uso apropriado para o comando display quando estiver construindo o modelo



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



- O comando DISPLAY é válido em qualquer lógica. Parte
- do exercício do modelo será descobrir como usar este
- comando através da ajuda on-line.



O Modelo 6 é uma continuação do Modelo 5, e coloca um recurso no modelo o qual estará em um turno. Você deve usar o operador para o processamento em cada local (torno e freza) e também para movimentar as entidades para a fila de inspeção após o processamento. O modelo irá mostrar também a manutenção preventiva do torno e da freza. Ajuste o seguinte:

Downtime por Uso (Usage) para os Locais

<u>loc</u>	<u>freq</u>	<u>first time</u>	<u>priority</u>	<u>logic</u>
torno	120 MIN	120MIN	99	N(10,.2) MIN
freza	100 MIN	100MIN	99	N(10,.2) MIN

Path Networks

Rede1

Interfaces

torno

freza

fila_inspecao

Resources

Operador1

Você precisará também alocar um turno para o operador. Crie o turno e copie-o para todos os dias usando "Duplicate".

Turno (Shift)

8am-5pm

Paradas (Breaks)

10:00-10:15

12:00-13:00

15:00-15:15

Você precisará também rodar o modelo adotando os turnos . Faça isto através do menu 'Simulation/Options'. Rode o modelo por apenas um dia das 8:00 am às 5:00 pm.

Na lógica de parada (downtime) dos locais, use os comandos GET e FREE para usar o recurso para realizar a manutenção. Use também o comando DISPLAY para notificar o usuário quando a máquina entra em manutenção.

É possível prever uma área de parada para o recurso estendendo-se o caminho (path network) até uma área própria e indicando o nó como sendo o nó de parada (break node) nas especificações (specs) do recurso.

INTERPRETAÇÃO DE DADOS

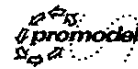
◆ Efeito dos turnos na produção

– analise o seguinte:

- ◆ níveis resultantes de inventário
- ◆ utilização dos recursos
- ◆ tempos de espera de máquinas (esperando pelo operador que realiza a manutenção)
- ◆ produção total
- ◆ tempos de ciclo



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



Rode o modelo usando o turno e rode o modelo sem o turno.

Que diferenças você notou nas estatísticas acima?

Como podemos melhorar o sistema?

Técnicas/Teoria de Simulação

♦ Dois métodos pré-construídos para localizar eventuais erros em seu modelo

– Trace (o que é isto?)

♦ Comando TRACE (rastrear)

- ♦ Trace on/off (liga/desliga rastreador), to window/file (para janela/arquivo), continuous/step (contínuo/passo-a-passo)

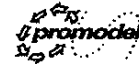
– Depurador (Debugger) (o que é isto?)

♦ Comando DEBUG

- ♦ Opções durante a simulação (run-time) do depurador



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



O comando TRACE (rastrear) nos dá a listagem dos eventos da simulação que está sendo executada. Há vários métodos de controlar a natureza do rastreamento.

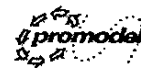
O Depurador (Debugger) percorre o código do modelo que está sendo executado. Isto pode acontecer de várias maneiras também.

MODELO 7

- ♦ Aplicações
 - Apresentando modelos, questões estatísticas avançadas
- ♦ Características do ProModel
 - Macros, Interface RTI
 - Cenários
 - Opções de saída
- ♦ Interpretação de Dados
 - Múltiplas replicações
 - Ajuste de Curvas
- ♦ Técnicas/Teoria de Simulação
 - Gerenciamento do projeto



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



Estes são os tópicos que cobriremos no Modelo 7.

Macros, Interface RTI

- ◆ Substituição de Texto
- ◆ Definição:
 - Nome, Texto, RTI
 - 'Texto' é o valor padrão quando uma RTI é definida



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



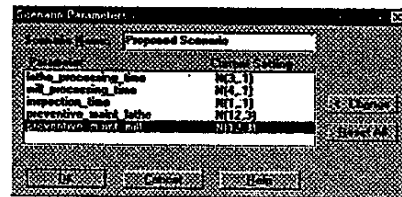
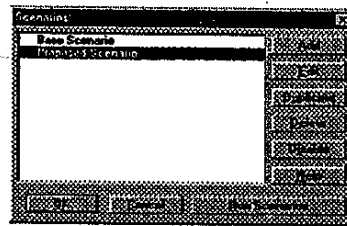
No ProModel, uma macro pode ser usada para substituir um texto. Isto é particularmente útil quando existem vários blocos de código que se repetem, e você quer se referir a eles através de apenas uma linha.

As Macros são também a maneira de criar parâmetros RTI (Run Time Interface). Quando o botão RTI é clicado, você pode definir a maneira na qual o parâmetro do modelo irá aparecer na lista dos parâmetros do modelo, e como será o diálogo com o usuário.

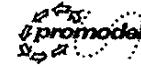
Esta característica é especialmente útil quando você estiver construindo modelos flexíveis para outros usuários finais.

Gerando Cenários (Scenarios)

- ◆ 'Simulation/Scenarios'
- ◆ Caixa de diálogo de Cenários
- ◆ Criação:
 - mudando entradas RTI



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas

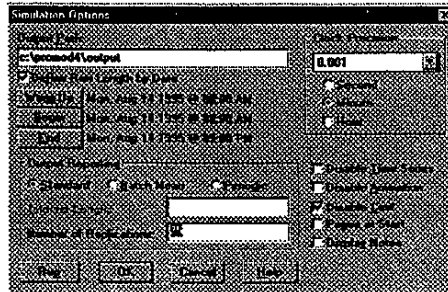


Uma vez que a lista de parâmetros do modelo é criada., é possível rodar vários cenários nos quais os parâmetros são alterados.

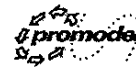
Veja o exemplo acima.

Estatísticas Avançadas

- ◆ **Múltiplas Replicações**
 - defina o número de replicações
- ◆ **Estatísticas Periódicas**
 - defina o tamanho do intervalo
- ◆ **Grupos Médios (Batch Mean)**
 - defina o tamanho do intervalo



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas

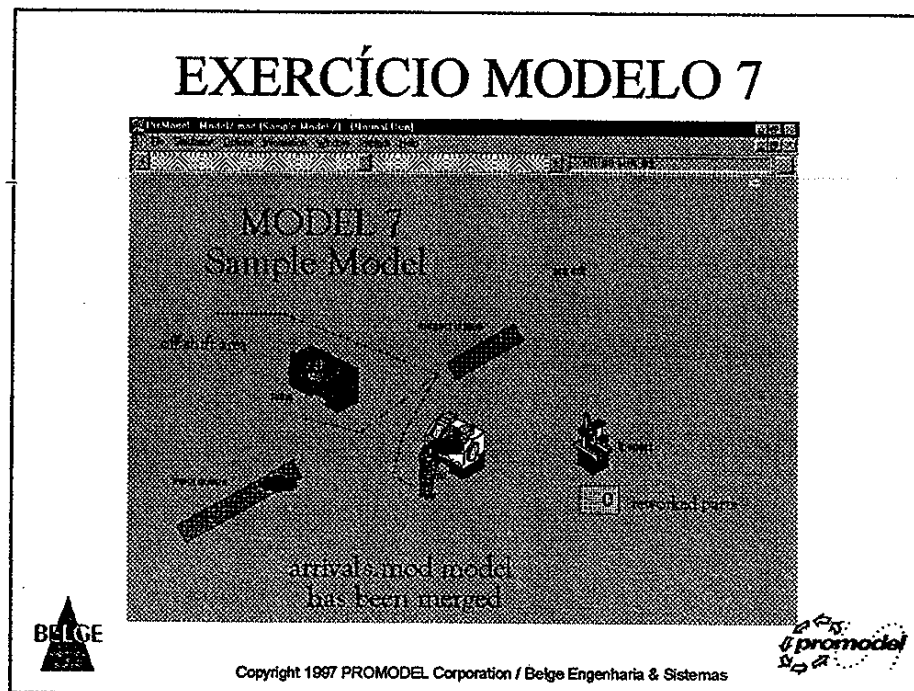


- Rodamos múltiplas replicações quando existe aleatoriedade no modelo, e apenas uma execução do modelo não nos proporcionaria necessariamente uma representação precisa do sistema real.

Para rodar mais de uma replicação você só precisa alterar o número no campo de replicações (replications).

O método de grupos médios (batch mean) ou grupos de intervalos (interval batching), é uma forma de se coletar amostras independentes quando estamos simulando sistemas estáveis. Trata-se de uma alternativa à execução de múltiplas replicações. Sua vantagem sobre a execução de múltiplas replicações, está no fato de que o período de aquecimento (warmup) é executado apenas uma vez. Quando você seleciona 'Batch Mean output reporting' (relatório de saída sobre grupos médios), as estatísticas de saída são coletadas para cada intervalo de tempo indicado no campo Interval Length (tamanho do intervalo). O número de intervalos é determinado dividindo-se o tempo de simulação pelo tamanho do intervalo.

As estatísticas periódicas (periodic statistics) são úteis principalmente em simulações terminais ou instáveis, onde você está interessado no comportamento do sistema durante períodos diferentes (por exemplo: períodos de pico ou de calmaria) de atividade.



Restaure o Modelo 6 e faça as seguintes mudanças:

Crie quatro macros para substituir estes itens:

- tempo de processo da freza
- tempo de processo do torno
- tempo de manutenção da freza
- tempo de manutenção do torno

Crie diálogos (prompts) para cada um destes itens (definidos nos RTIs), e rode o modelo fazendo mudanças na lista de parâmetros do mesmo.

Rode o modelo através de 5 replicações e veja os resultados.

Note o efeito de se rodar múltiplas replicações.

Interpretação de Dados

◆ Múltiplas Replicações

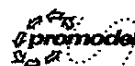
- número de replicações; quantas são suficientes?
- Intervalos de confiança
- outros resultados

◆ Ajuste de Curvas

- Quando devo começar?
- STAT:FIT



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



Veja os resultados das múltiplas replicações no módulo de resultados. O que você notou quando rodou múltiplas replicações?

Quando é aceitável a adoção de dados determinísticos (e não probabilísticos)? Quando isto se torna inaceitável?

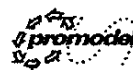
Técnicas/Teoria de Simulação

◆ Passos do Gerenciamento do Projeto

- Metas e Objetivos
- Defina o Modelo
- Coleta de dados
- Construa, Verifique, Valide
- Experimente, Analise
- Documente e Apresente



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



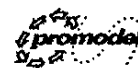
Um estudo efetivo de simulação é muito mais que apenas um modelo do sistema. Estes passos de projeto acima são apenas alguns dos passos básicos que devem ser seguidos.

SIMULAÇÃO & OTIMIZAÇÃO

- ◆ A simulação avalia um modelo simples (chamado de um experimento)
- ◆ Os 'cenários' podem ajudar a comparar alternativas pré-especificadas
- ◆ A otimização aplica um algoritmo para selecionar qual o experimento que será rodado em seguida, para que vá na direção da solução "ótima"



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



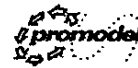
A simulação e a otimização existem a vários anos. A combinação destas duas técnicas tem sido testada, mas só ficou disponível na plataforma PC e para os profissionais a partir de 1995.

EXPERIMENTOS ESTATISTICAMENTE VÁLIDOS

- ♦ Se não existe nenhuma aleatoriedade no modelo, ele é chamado de determinístico, e apenas uma replicação se faz necessária
- ♦ Se existe aleatoriedade (distribuições, roteamentos probabilísticos, etc.) **VOCÊ DEVE RODAR MÚLTIPLAS REPLICAÇÕES**
- ♦ A rotina de otimização ainda realiza uma comparação tradicional entre as alternativas-- assim você deve ter **CONFIANÇA** (confidence) em seus resultados



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



Se você passar diretamente para a otimização do modelo, sem antes analisar sua validade estatística, você corre o risco de obter resultados extremamente imprecisos.

A primeira fase em qualquer análise de saída deve incluir:

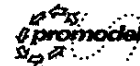
- determine a variância aleatória da saída
- determine o nível de detalhamento desejado/ confiança nos resultados
- calcule o tamanho exigido da amostra (número de replicações)
- aplique técnicas de redução da variância (como 'CRN', período de aquecimento, etc.)

SIMRUNNER2

- ♦ Vantagem Estatística
- ♦ Projeto Fatorial de Experimentos
- ♦ Otimização Multivariável



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Beige Engenharia & Sistemas



O SimRunner2 possui três módulos para auxiliá-lo em sua análise de saída:

- A 'Vantagem Estatística' ajuda-o a construir o nível apropriado de validação estatística em seus resultados de saída.
- A 'Análise' executa um projeto de experimentos (design of experiments) de 2 níveis completos ou meio fracionário fatorial ('2 level full or one half fractional factorial).
- O módulo de 'Otimização' aplica um algoritmo baseado em estratégia evolucionária.

NOVOS PROJETOS

- ◆ Clique em "New Project" e selecione o modelo que você quer analisar ou otimizar.

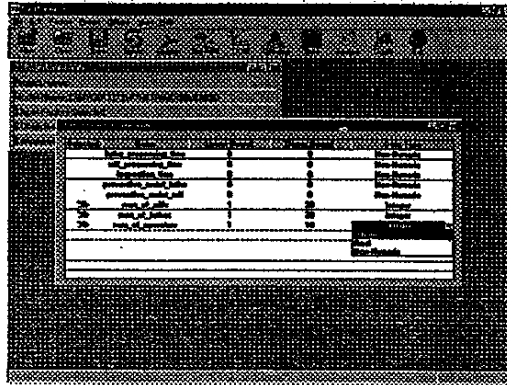


Se você rodar o SimRunner2 através do menu 'simulation' do ProModel, o SimRunner2 tentará carregar automaticamente o modelo no qual você estiver trabalhando. Se isto não ocorrer automaticamente, simplesmente inicie um novo projeto no SimRunner e selecione o seu modelo corrente.

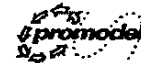
NOTA: DEVIDO AO FATO DE SUPORTAR QUALQUER AMBIENTE WINDOWS 3.1, 95 E NT, O SIMRUNNER2 NÃO SUPORTA COMPLETAMENTE O USO DE NOMES LONGOS DE ARQUIVOS. A PROMODEL RECOMENDA QUE VOCÊ UTILIZE NOMES DE NO MÁXIMO 8 CARACTERES PARA OS MODELOS QUE VOCÊ DESEJAR OTIMIZAR ASSIM COMO DOS DIRETÓRIOS QUE ESTEJAM NOS CAMINHOS DE ENDEREÇO DESTES MODELOS.

FATORES DE ENTRADA

- ◆ Selecione um fator de entrada para ser testado, clicando na coluna da esquerda e colocando nele o ícone do SimRunner.



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



- Para transformar alguma coisa em um fator de entrada, este
- deve ser definido como uma macro no seu modelo. O
- SimRunner2 irá interpretar suas RTIs como limites
- superiores e inferiores para a macro, se a RTI tiver sido
- definida. Senão, você terá que especificar limites para cada
- fator de entrada que será testado.

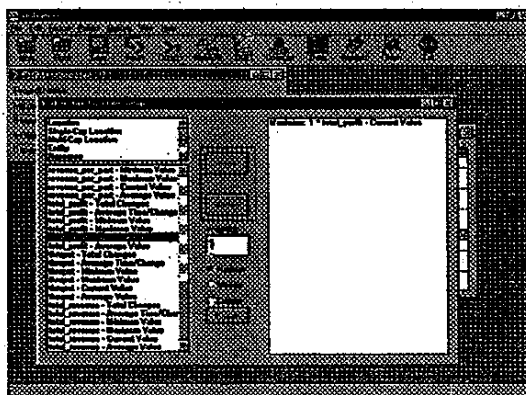
As Macros que contém caracteres, letras, espaços ou qualquer outro caractere diferente dos dígitos 0-9 e do ponto decimal, não serão considerados fatores de entrada válidos. O SimRunner2 irá listá-los como sendo “não-numéricos.”

FUNÇÃO OBJETIVO

- ◆ Todas as estatísticas do ProModel são termos possíveis da função objetivo
- ◆ Selecione os termos que você quer e, depois, clique na seta



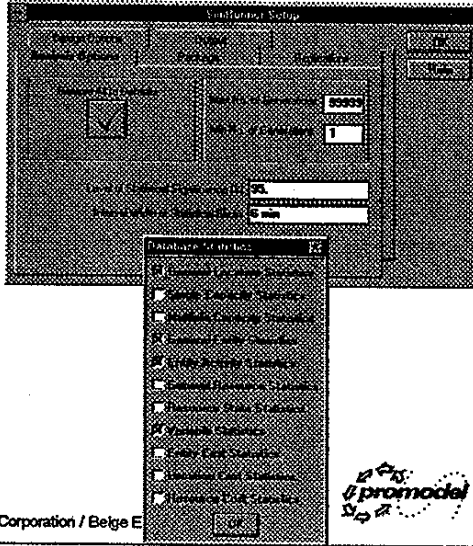
"→" para
selecioná-los.



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas

OPÇÕES DE AJUSTE (Setup)

- ◆ **Você pode alterar várias opções do SimRunner2 nas tabelas de Ajuste (Setup)**
- ◆ **Selecione quais tabelas você vai querer gravar nas opções de banco de dados estatísticos (Database Statistics options).**



As opções de ajuste podem alterar:

- pacote de simulação
- replicações por experimento
- animação desligada (off)/ligada (on) durante as simulações
- perfil de otimização

Acompanhar várias tabelas estatísticas no SimRunner2 poderá diminuir sensivelmente a velocidade do seu projeto. Considere apenas aquelas tabelas que você julgar serem realmente necessárias para a análise.

RODANDO EXPERIMENTOS

- ◆ Pressione **Stat Adv!**, **DOEI**, ou **Optimize!** para iniciar
- ◆ O **SimRunner2** irá criar um arquivo **.PRJ** usando o formato de banco de dados do **MS Access**
- ◆ O **SimRunner2** irá criar um arquivo **.SRC** -- uma cópia do seu modelo que será alterada para experimentação
- ◆ Pressione **"PLAY"** para começar a rodar simulações; pressione **"PAUSE"** para pausá-las



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



Vários arquivos são criados quando você roda um projeto. O arquivo do projeto propriamente dito estará no formato de banco de dados do MS Access, o qual pode ser aberto usando-se o Access ou outro editor de banco de dados. Todas as estatísticas selecionadas nas opções de banco de dados serão gravadas nas tabelas do banco de dados.

RESULTADOS DO SIMRUNNER2

- ◆ Os resultados são vistos no estilo de planilhas
- ◆ Os dados podem ser copiados e colados no Excel, Lotus, etc.
- ◆ A análise é apresentada como um relatório do tipo texto
- ◆ A análise pode ser copiada, colada e impressa
- ◆ Podem ser feitos gráficos 3-D baseados em dois fatores de entrada



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas

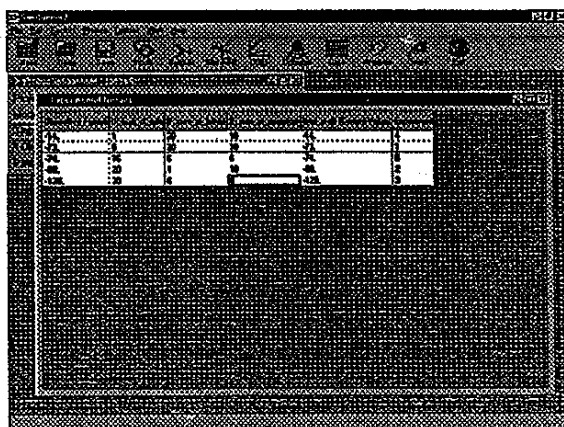


Os resultados do SimRunner2 fornecem relatórios numéricos, em formato texto e gráficos.

A característica mais poderosa da saída é a habilidade de examinar múltiplas funções-objetivo depois que os experimentos já tiverem sido rodados. Assim, você pode otimizar uma função objetivo, e depois ver quão sensível é a melhor solução para outras estatísticas ou ponderações. Experimente!

EXIBIÇÃO DOS DADOS (Data)

- ◆ Classificados pelo valor da função-objetivo
- ◆ As entradas e as estatísticas são listadas individualmente



The screenshot shows a window titled 'PROMODEL' with a menu bar and a toolbar. Below the toolbar is a table with multiple columns and rows. The table contains numerical data, likely representing experimental results. The interface has a classic Windows-style design with a pixelated background.



Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Belge Engenharia & Sistemas



Os dados de cada experimento são apresentados na forma de linhas sobre uma tabela. Os valores de entrada individuais e as estatísticas de saída são exibidas, juntamente com o valor da função-objetivo, e o número do experimento.

EXIBIÇÃO DA ANÁLISE (Analysis)

Optimization: (Using With History) 11/1/97

Model Optimized: C:\HYDOCL\TV\11\TFM\MODELL.MOD

The best solution found:
sum_of_relat: 3
sum_of_losses: 29
sum_of_operators: 10

The best objective function value found: 14.

Optimization Information:

Optimization setup included:
Solver: PrimalDual
Version: 2
Profile: Moderate
Reps: 1

5 Experiments have been run.
WARNING: experiments were run using one replication. Statistical validity is not possible.

Input Factors that were optimized:
sum_of_relat (1 to 20)
sum_of_losses (1 to 20)
sum_of_operators (1 to 10)

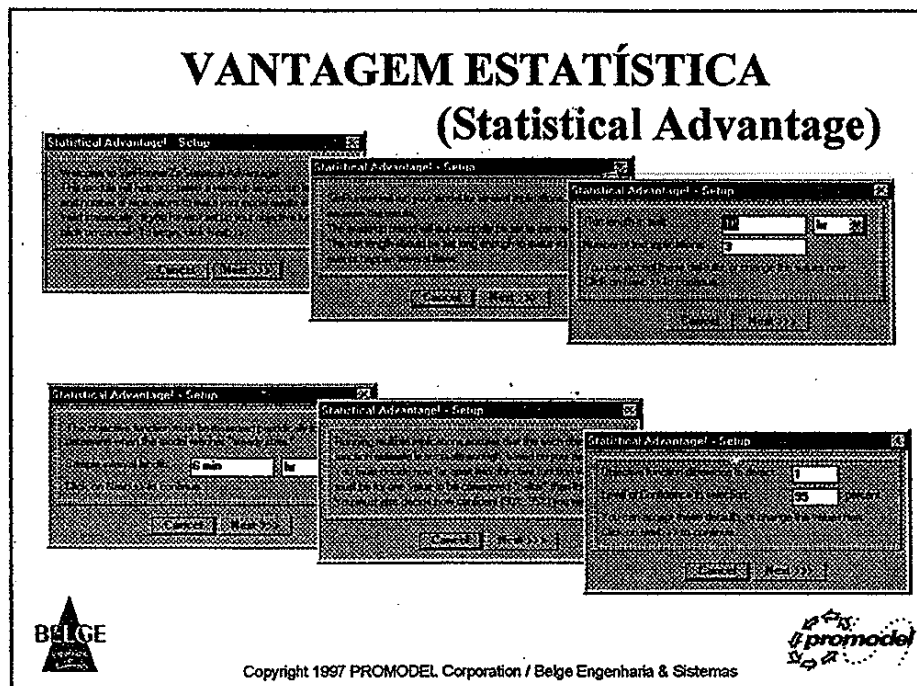
Objective Function Terms that were measured:
Max: 1 * total_profit (Current Value)
7

The best 5 solutions found are:
Solution 1

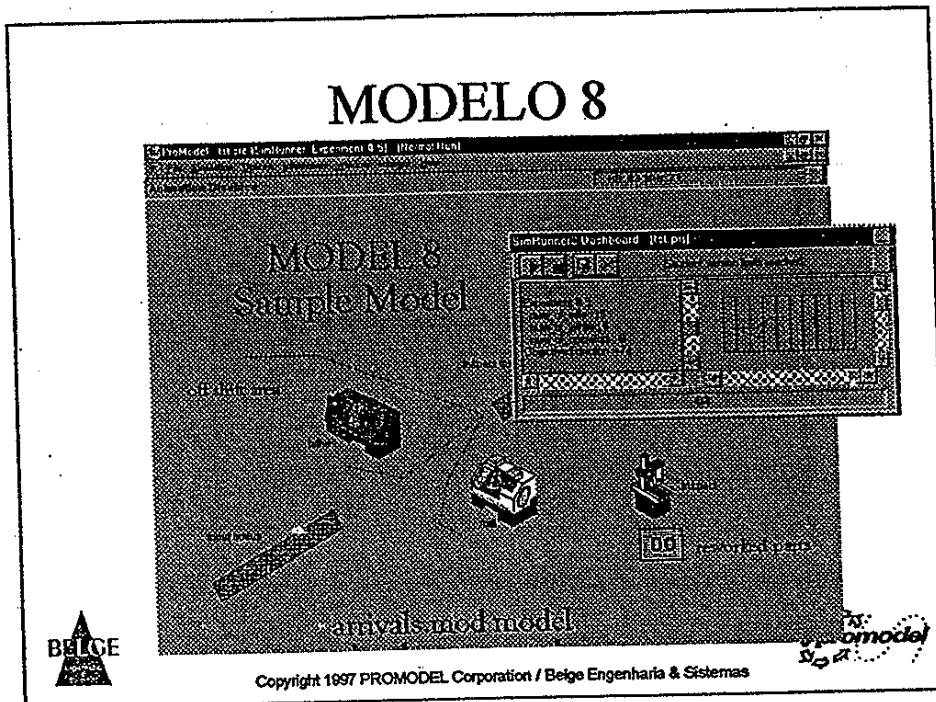


Copyright 1997 PROMODEL Corporation / Beige Engenharia & Sistemas





A vantagem estatística (statistical advantage) lhe guia através de uma análise estatística inicial de seu modelo.



Agora que a célula de manufatura básica foi modelada, é sua tarefa obter as especificações finais de projeto para a operação da mesma. O departamento de marketing forneceu o valor de mercado das peças produzidas, assim como dados do custo para operadores, unidades de capacidade de freza, e unidades de capacidade de torno que podem ser adicionados à sua célula.

NOTA: Todos os custos e rendimentos foram calculados para uma taxa diária (em milhares).

Cada peça vale \$1.5

Cada unidade de capacidade de torno custa \$14

Cada unidade de capacidade de freza custa \$12

Cada operador custa \$6

Crie MACROS e RTIs para permitir a experimentação e a otimização de:

capacidade do torno (1 a 20)

capacidade da freza (1 a 20)

número de operadores (1 a 40)

Crie VARIÁVEIS para permitir o cálculo do desempenho do sistema quanto a:

custo da capacidade do torno

custo da capacidade da freza

custo dos operadores

valor por unidade produzida

produção total

custo total

valor do total produzido

total de lucro

Calcule ($\text{lucro} = \text{valor do total produzido} - \text{total de custos}$) na lógica de terminação (termination logic).

Desabilite todas as paradas (downtimes).

Mude a frequência de chegada (arrivals) de 3 minutos para 10 segundos e mude a capacidade da fila de entrada de infinito para 100 (para manter o sistema “alimentado”).

Rode o modelo por 9 horas (1 turno) cada replicação. Usando o SimRunner, otimize os parâmetros para maximizar a lucratividade total da operação.

No SimRunner, use o perfil moderado (moderate), 1 réplica de cada experimento, e desabilite a animação.