

**Universidade Federal de Santa Catarina  
Programa de Pós Graduação em Engenharia de  
Produção**

**SIMULAÇÃO E OTIMIZAÇÃO;**

**DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA DE  
ANÁLISE DE DECISÃO PARA SUPRIMENTO DE  
REFINARIAS DE PETRÓLEO ATRAVÉS DE UMA  
REDE DE OLEODUTOS.**

**Dissertação de Mestrado**

**Orlando Pinna Ferreira Pinto Junior**



04072829

**Florianópolis  
2001**

**Orlando Pinna Ferreira Pinto Junior**

**SIMULAÇÃO E OTIMIZAÇÃO;**

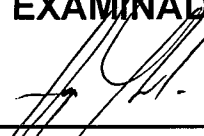
**DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA DE  
ANÁLISE DE DECISÃO PARA SUPRIMENTO DE  
REFINARIAS DE PETRÓLEO ATRAVÉS DE UMA REDE  
DE OLEODUTOS.**

**Esta dissertação foi julgada adequada e aprovada  
para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de  
Produção no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de  
Produção da Universidade Federal de Santa Catarina**

**Florianópolis, 31 de Agosto de 2001**

  
**Prof. Ricardo Miranda Barcia, Ph.D.**  
Coordenador do Curso

**BANCA EXAMINADORA**

  
\_\_\_\_\_  
**Prof. Hugo T. Yoshizaki**  
Orientador

  
\_\_\_\_\_  
**Prof. Antonio Galvão Novaes**

  
\_\_\_\_\_  
**Prof. Rui Carlos Botter**

À minha esposa Maria Teresa e a meus filhos Luísa e Orlando, que através de sua compreensão, paciência e incentivo me permitiram concluir mais uma importante etapa da vida.

Cada dia é uma nova oportunidade para servir e trabalhar, amar e estudar. Alegre-se pelo dia de hoje.

Antonio Matte Noroefé



# ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>AMBIÊNCIA DO SISTEMA</b>	<b>9</b>
2.1	A FASE DE PLANEJAMENTO	9
2.2	A FASE DE ALOCAÇÃO	11
2.3	A FASE DE GERAÇÃO DOS PLANOS DE PRODUÇÃO	11
2.4	A FASE DO DIA A DIA (“SCHEDULING”)	12
<b>3</b>	<b>CONCEITOS APLICADOS AO PROBLEMA</b>	<b>15</b>
3.1	LOGÍSTICA EMPRESARIAL	15
3.2	OTIMIZAÇÃO	21
3.3	MODELAGEM	23
3.4	SIMULAÇÃO	25
3.5	SIMULAÇÃO E OTIMIZAÇÃO	27
3.6	RISKOPTIMIZER	29
3.7	SEQÜENCIAMENTO DE ITENS EM OLEODUTOS	33
<b>4</b>	<b>MODELAGEM, SIMULAÇÃO E OTIMIZAÇÃO NO SUPRIMENTO DE PETRÓLEOS PARA REFINARIAS</b>	<b>35</b>
4.1	AS SIMPLIFICAÇÕES	35
4.2	A ESCOLHA DA FERRAMENTA	38
4.3	A CONSTRUÇÃO DO MODELO	39
4.4	PREPARO DOS DADOS PARA A VALIDAÇÃO DO MODELO	44
4.5	AJUSTE DO MODELO PARA OBTENÇÃO DOS RESULTADOS	45
4.6	DETALHAMENTO DAS PLANILHAS	46
<b>5</b>	<b>RESULTADOS OBTIDOS</b>	<b>69</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b>	<b>74</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>76</b>
<b>8</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>78</b>

8.1	ANEXO I - SUMÁRIO DAS RODADAS (PLANILHA EM EXCEL 2000)	78
8.2	ANEXO II – RELACIONAMENTO DAS PLANILHAS	126
8.3	ANEXO III – RESUMO DAS SIMPLIFICAÇÕES CONSIDERADAS	127
8.4	ANEXO IV –LISTA DAS FIGURAS	129
9	<u>GLOSSÁRIO</u>	<u>130</u>

## RESUMO

A Petrobras é uma Empresa que atua na área de Petróleo de modo integrado, ou seja, em toda a sua cadeia produtiva; da prospecção da matéria-prima até a distribuição dos diversos produtos acabados. Um dos aspectos primordiais para o sucesso financeiro nessa área é a adequação do tipo de petróleo a ser processado em determinada refinaria de modo a minimizar os custos globais de suprimento. Através de reuniões preliminares, com especialistas de diferentes áreas, definem-se as premissas que serão incorporadas a um modelo matemático de grande complexidade e de milhares de variáveis que, após a sua rodada, indicarão quais os petróleos a serem comprados nos próximos meses e seu destino entre as onze refinarias do sistema. Após esse processo de planejamento, que tem um horizonte de seis meses em períodos bimestrais, é necessário promover um detalhamento dos dois primeiros meses e nomear os navios que farão o transporte desses óleos e da produção nacional. Essa etapa denomina-se “Alocação de petróleos”. Nomeados, os navios possuem faixas e não datas de carregamento ou descarregamento nos portos já que esse tipo de transporte é considerado uma aventura marítima, portanto, sujeito a imprecisões nas suas datas. Essas imprecisões fazem com que a “Alocação” tenha que ser ajustada no dia a dia de modo a garantir a continuidade operacional e manter os níveis de estoque nas refinarias dentro da faixa desejada. Uma vez que o suprimento das refinarias é feito através de recursos compartilhados tais como: píeres, oleodutos, bombas tanques de terminais, navios e etc., a questão de escalonamento de itens nos oleodutos visando atender tanto em qualidade quanto em quantidade as demandas de consumo é fundamental. O objetivo da dissertação é desenvolver uma ferramenta em ambiente de planilha eletrônica para definição da programação da entrada seqüencial de itens nos oleodutos e ordem de descarga de navios de petróleo mais adequada segundo critérios pré-definidos de avaliação em que se considera as datas de chegada de determinados navios como variáveis não determinísticas.

## **ABSTRACT**

Petrobras is a vertically integrated petroleum company involved in all aspects of production from the prospecting for raw material to distribution of the different finished products.

One of the most important aspects for financial success in this area is providing a suitable type of petroleum to be processed in a given refinery in such a way as to minimize the global cost of supply. Through preliminary meetings with specialists of different areas premises were established that would be incorporated in a very complex mathematical model with thousands of variables. After the computer run the model will show which crude oils will be bought the next month and their destiny among the eleven refineries of the system. This process of planning has a horizon of six months in two-month periods. It is necessary to provide a detailed plan for the first two months and to choose the tankers that will transport the purchased oil together with the domestic production. This phase is called "allocation of the petroleum". The chosen tankers have estimated times of arrival but not definite dates for loading and unloading in the harbor since sea transport is subject to many uncertainties. This necessitates the daily adjusting of schedules to guarantee the operational continuity and to maintain desirable levels of stock at the refineries. Once the supply is made through shared resources such as piers, pipelines, terminal tank pumps, tanker ships, etc., the fundamental question is the order of items in the pipeline to ensure quality and quantity with a view toward the needs of the refineries.

The objective of the thesis is to develop a tool in the form of an electronic spreadsheet to define the programming of the sequential entrance of items into the pipelines and the most efficient order of unloading

tankers following predefined criteria of evaluation in which the arrival dates of the selected ships vary.

# 1 INTRODUÇÃO

Essa dissertação tem como principal objetivo desenvolver um protótipo de ferramenta que possa servir como base para apoio a decisão na atividade de programação de curto prazo (“scheduling”) de suprimento de refinarias de petróleo através da definição da seqüência a ser observada na descarga dos navios supridores, bem como na preparação e envio dos itens demandados pelas refinarias, através de uma rede de oleodutos, incorporando variáveis estocásticas nos dados do problema. Uma das maiores dificuldades encontradas por aqueles que trabalham nessa área é ter uma certa confiança nas premissas assumidas ao término da preparação do plano de suprimento, já que as previsões de chegada dos navios (“ETA”<sup>13</sup>) têm um componente probabilístico, que pode ser estimado através de históricos de operações de navios nos pontos operacionais de carregamento dos diversos tipos de petróleo, bem como do desempenho recente dos navios envolvidos. Um outro aspecto que afeta fortemente o ETA dos navios é a ocorrência de mau tempo, que pode introduzir demoras inesperadas e conseqüentemente provocar uma eventual redução de carga de uma ou mais refinarias devido ao seu atraso.

Evidentemente, essa dissertação não pretende evitar a redução de carga em refinarias através da previsão de ocorrências de atrasos, mas sim incorporar à solução do problema a questão probabilística, permitindo a obtenção de resultados mais aderentes à realidade e permitir que a tomada de decisão possa ser influenciada pela incerteza dos acontecimentos de eventos.

A dissertação está dividida em 9 capítulos. Além dessa introdução, o capítulo 2 descreve a ambiência do sistema, ou seja, o contexto no qual se insere a problemática central do trabalho, descrevendo as diversas etapas desde o planejamento até a tomada das decisões. Existem quatro etapas bem definidas. A primeira é a que trata do planejamento do suprimento, e considera um horizonte de tempo entre dois e seis meses, onde um modelo matemático indica a distribuição de cada diferente tipo de óleo por refinaria. Na segunda etapa, chamada de alocação, o volume global de óleo

considerado no modelo é desmembrado nas diversas cargas (Figura 1), gerando uma lista dos navios a serem carregados e descarregados, incluindo datas e

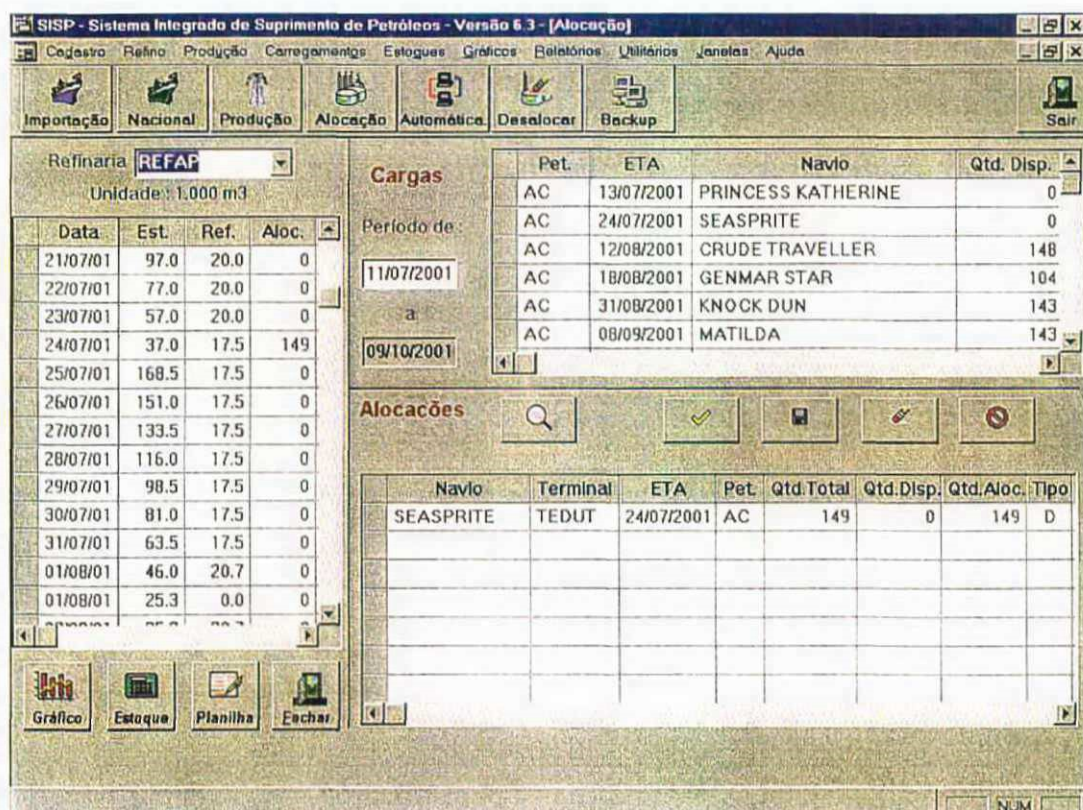


Figura 1 - Sistema de suprimento de petróleo

volumes individuais por tipo de cru. Cada um desses navios é alocado em uma ou mais refinarias utilizando-se um sistema próprio ( Figura 1 ) , buscando a aproximação entre a distribuição física e o resultado obtido pelo modelo, considerando-se, mais detalhadamente, as restrições existentes no sistema logístico utilizado nas movimentações. A terceira etapa verifica se a alocação disponível está adequada às campanhas das refinarias, avaliando o atendimento da demanda dos derivados a serem produzidos, tanto em qualidade como prazo e calculando os volumes excedentes para transferências e necessidades de recebimento para complementar déficits eventuais. A quarta e última etapa é a do "scheduling"/execução, onde os eventos acontecem segundo um processo



não determinístico e tornam um plano robusto e aderente em instruções inviáveis ou não lucrativas. É nessa etapa que se insere o objetivo da dissertação, tentando oferecer uma ferramenta de apoio à decisão quanto à priorização de atracação de navios e sequenciamento de itens em oleodutos. O capítulo 3 contém uma abordagem dos conceitos considerados para o desenvolvimento do trabalho, onde se aprofundam um pouco os principais temas utilizados para o desenvolvimento e validação da ferramenta. Dentre os assuntos abordados, a Logística Empresarial, tem os ingredientes básicos para a conceituação do problema, pois, são tratadas questões como prazos, estoques, nível de serviço, no qual existe um componente subjetivo como a satisfação do cliente, e principalmente custos logísticos. Um outro tópico também importante para o tema escolhido, é a conceituação de Simulação e Otimização quando usados simultaneamente, que permite a obtenção da maximização ou minimização de uma função objetivo incorporada com variáveis não determinísticas. Já o capítulo 4, engloba todo o procedimento usado para montagem, elaboração de premissas, e escolha do ambiente de desenvolvimento do modelo estocástico, bem como as simplificações assumidas. O modelo foi todo desenvolvido em Excel 97, usando o "software" @RiskOptimizer como ferramenta otimizadora. O capítulo 5 foi reservado para análise dos resultados obtidos, dando-lhes aderência à realidade e o capítulo 6 contém as conclusões do trabalho como um todo e sugestões para um aprofundamento do tema, levantando os tópicos considerados mais relevantes para um aprimoramento dos resultados obtidos. O capítulo 7 contém a bibliografia utilizada no desenvolvimento do trabalho, e os capítulos 8 e 9 contêm respectivamente uma lista dos anexos e um glossário dos termos utilizados na dissertação.



## 2 AMBIÊNCIA DO SISTEMA

Nesse capítulo procura-se desenhar o processo de planejamento, programação e execução no suprimento de matéria-prima de uma companhia de petróleo que trabalha integrada desde a produção de petróleo até a distribuição de derivados. Frequentemente, unidades operacionais trabalham fora do seu ótimo, de modo a permitir ganhos globais do sistema. As etapas para alcançar esse objetivo são descritas a seguir.

Para se suprir de matéria-prima um conjunto de refinarias de petróleo, é fundamental a análise de inúmeros fatores, que fazem com que uma determinada refinaria esteja atendida com determinado tipo de petróleo. Fatores como sua localização geográfica, sistemas de recebimento de cru e escoamento de derivados, seu mercado local, o seu "hardware", ou seja, o conjunto de suas unidades de processamento e suas limitações e gargalos<sup>1</sup>. A adequação da colocação dessa matéria-prima nas refinarias tanto quanto à sua qualidade intrínseca e perfil de rendimentos, bem como no prazo adequado às necessidades sazonais é um desafio árduo para os programadores logísticos.

Para se chegar ao sucesso nesse objetivo, é necessário que toda a operação de suprimento seja planejada e acompanhada desde o período da definição da compra da matéria-prima, passando pelo seu transporte, até o seu processamento nas unidades operacionais. Esse processo pode ser classificado em fases características, que produzem um cronograma global de planejamento.

### 2.1 A fase de planejamento

O planejamento de suprimento de petróleos para refinarias usa em geral modelos matemáticos de grande complexidade, que incluem entre outras variáveis:

- Mercados a serem atendidos por produto

- Disponibilidade de processamento por unidade operacional
- Disponibilidade dos sistemas logísticos
- Produção nacional de petróleo
- Petróleos contratados
- Projeção de preços e ofertas de petróleo no mercado "Spot"
- Disponibilidade e projeção de preços de derivados para importação
- Possibilidades e projeção de preços de derivados para exportação
- Preços dos fretes e transferências por produto e localidade

O principal objetivo do modelo é definir de modo global, quais os petróleo que devem ser adquiridos no mercado "Spot" e o nível de processamento indicado, considerando-se os demais óleos contratados e a produção nacional, a sua distribuição entre as diversas refinarias, de modo a atender a demanda de mercado dos diversos derivados, a mínimo custo. O seu horizonte de planejamento é de 6 (seis) meses divididos em bimestres.

Todo o planejamento segue um cronograma rígido, que começa com a realização de fóruns divididos por assuntos, onde especialistas da Companhia de diversas áreas dão sua contribuição formal às informações a serem inseridas no modelo.

- Fórum de Refino, onde são discutidas as disponibilidades de processamento considerando-se as paradas programadas das unidades de processo;
- Fórum de Comercialização, no qual são apresentadas as projeções de preços e volumes das frentes de importação e exportação de petróleo e derivados;
- Fórum de Transporte, no qual são consideradas as restrições adicionais de escoamento através de dutos dos petróleo e derivados;



- Fórum de Mercado, onde o foco principal é avaliar as tendências do mercado interno dos derivados considerando as sazonalidades envolvidas além de novos eventos que possam influenciar o consumo e;
- Fórum de Estoques, onde são traçadas as políticas de estocagem a serem seguidas e definição das metas futuras.

As percepções e dados atualizados são então passados para o modelo para a sua rodada de planejamento. Nessa etapa, a visão sobre chegada de navios e escalonamento de itens em oleodutos é totalmente invisível e, portanto as decisões nesse horizonte são distantes daquelas tomadas nas outras fases do processo.

## **2.2 A fase de alocação**

O modelo de programação linear corporativo, por questões de tamanho, entende cada bimestre de planejamento como um ponto, desconsiderando, portanto, que os eventos não são simultâneos, gerando conseqüentemente, importantes distorções que precisam ser equacionadas. Após a "rodada" do modelo, é necessário promover ajustes nos volumes de petróleo designados para cada refinaria já que o nível de detalhamento do modelo desconsidera os navios disponíveis para transporte, considerando apenas os valores de fretes das frentes de importação e produção nacional para os diversos pontos de consumo. Começa aqui o trabalho de "Alocação", no qual tenta-se manter aderência entre os volumes de petróleo designados pelo modelo corporativo no período considerado e a compatibilidade de navios e cargas considerando-se disponibilidade na origem e pertinência quanto ao destino. Esse processo é feito de forma interativa, usando-se um sistema calculista como ferramenta de auxílio.

## **2.3 A fase de geração dos planos de produção**

Concluída a alocação, torna-se necessário promover a validação da distribuição dos óleos para as refinarias. Evidentemente o nível de detalhes

de um modelo corporativo é inferior a um modelo de representação de uma única refinaria. Desse modo, a "alocação" definida, bem como as bases de dados de mercado e preço usados pelo modelo corporativo são repassadas para as refinarias, que promovem a rodada nos seus modelos locais, mais detalhados, principalmente na representação do processo produtivo e pequenas restrições não consideradas no modelo corporativo, visando verificar sua aderência em relação aos volumes de derivados produzidos e projetar um seqüenciamento de campanhas, verificando se a produção está compatível com as necessidades de entregas. Esse processo é chamado de Confeção dos Planos de Produção.

Qualquer divergência com a indicação corporativa é então discutida e caso haja necessidade de alguma mudança significativa, é (são) novamente rodado(s) o(s) plano(s) de produção, e obtemos assim o planejamento global de suprimento. Nesta etapa são feitos os ajustes finos dos volumes a serem importados ou exportados, bem como definidas as transferências de derivados entre os Órgãos.

#### **2.4 A fase do dia a dia ("Scheduling")**

Terminada a etapa de planejamento, começa a etapa de execução do que foi planejado. Até então estamos assumindo valores, ganhos, restrições, disponibilidades de capacidades, qualidades de produtos e matérias-primas, datas de chegadas de navios, etc., agora é a hora da realização, ou seja, os navios estão a caminho e tem-se que fazer um rateio do volume de óleo descarregado entre as refinarias designadas. Infelizmente, não se pode seguir exatamente aquilo que foi programado, pois, um número muito grande de variáveis não são determinísticas, fazendo com que fatores estocásticos influam continuamente no ambiente, como por exemplo:

- O navio que traria o petróleo "X" a ser misturado com esse primeiro óleo "W" está atrasado e não chegará a tempo,



- A refinaria "Y" parou devido a problemas elétricos e não poderá mais processar esse óleo.
- A bomba de transferência está com vazão reduzida
- Os estoques da refinaria "Z" estão com problemas de qualidade, necessitando urgentemente de óleo com qualidade adequada.
- O navio K teve que ser desviado para poço produtor de cru nacional, pois o navio anteriormente designado não chegará a tempo de evitar uma perda de produção.
- Etc.

É nessa etapa que pretendemos introduzir uma metodologia de escalonamento de itens em oleodutos, que permitirá adequar a distribuição de óleo entre as refinarias através de uma rede de oleodutos, considerando como critérios de medição da eficiência dessa distribuição alguns elementos, como taxa de utilização de oleodutos, faixa de estoques nas refinarias e sobreestadia de navios.

A definição do escalonamento, tanto de itens em oleodutos quanto atracação de navios em píeres é o dia a dia do programador de suprimento de cru para as refinarias, mas que usa freqüentemente ferramentas de viabilização, sem considerar aspectos de otimização ou de simulação para obter resultados considerados melhores, pois, além do número de soluções para o problema ser extremamente grande, é costumeiro o tratamento determinístico de variáveis estocásticas, como por exemplo, da data estimada de chegada de um navio (ETA).

O transporte marítimo considera qualquer viagem como uma aventura marítima, e como tal existe uma probabilidade de variação da ETA, portanto a previsão de chegada de um navio é mais bem representada por uma faixa e não por uma data e hora.

Evidentemente a data e hora de chegada de um navio são fundamentais para a definição de escalonamento de itens, mas qual a

melhor solução considerando-se as probabilidades envolvidas? É essa a questão central desse trabalho.

<i>CRONOGRAMA DE PLANEJAMENTO</i>	
<i>ETAPA</i>	<i>EVENTO</i>
Planejamento	Fóruns de especialistas
	Rodadas do modelo
Alocação	Definição da alocação de petróleos por navios e dutos
	Distribuição para as Refinarias
Planos de Produção	Confecção do plano
	Reunião de consolidação e validação
Dia a dia	Viabilização do programado
	Ajustes corretivos
	Atendimento aos novos requerimentos

Figura 2 - Cronograma esquemático do planejamento

Nesse capítulo, procurou-se descrever todas as etapas temporais do processo de decisão envolvido na atividade de suprimento de petróleo a refinarias. Nas diferentes fases, a tomada de decisão é bastante diferente e na maioria das vezes é "input" para próxima fase.



### 3 CONCEITOS APLICADOS AO PROBLEMA

O capítulo percorre os principais conceitos utilizados no estudo de caso, dando um suporte teórico ao projeto. Os tópicos ligados ao projeto foram aqueles ligados à logística empresarial, otimização, modelagem, simulação e otimização além da análise do “software” escolhido @riskoptimizer e conceitos de seqüenciamento de itens em oleodutos.

#### 3.1 *Logística empresarial*

Uma definição de logística segundo o Conselho de Logística dos Estados Unidos seria; “Logística é o processo de planejamento, implementação e controle, eficiente e eficaz, do fluxo e armazenagem de mercadorias, serviços e informações relacionadas, desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender às exigências do cliente”, ou ainda, Logística pode ser definida como sendo “O planejamento e a operação dos sistemas físicos, informacionais e gerenciais necessários para que insumos e produtos vençam condicionantes espaciais e temporais de forma econômica”.(Daskin – 1985). Nessa última definição, não se menciona o cliente como personagem diretamente inserido no processo, enquanto que na primeira, pode-se associar diretamente “exigências do cliente” a nível de serviço, que é em outras palavras, a principal finalidade de qualquer sistema logístico [MC97]. No tema abordado nesse trabalho, o nível de serviço exigido pelo cliente “refinarias” pode ser identificado como o atendimento das datas limites de chegada dos itens de bombeamento às suas instalações, permitindo um tratamento adequado de sua qualidade intrínseca antes de seu envio às unidades de processo, enquanto que para o cliente “produção de petróleo” o aspecto mais relevante é sem dúvida não haver perda de produção através do término da capacidade operacional de armazenamento do terminal associado para o caso de produção terrestre ou do navio cisterna no caso de produção marítima.

Numa visão mais abrangente, vários aspectos são observados para o atendimento dessas necessidades. O fluxo esquemático para o suprimento de petróleo a refinarias e alívio dos sistemas de produção pode ser observado na Figura 3.

Para cada nível de serviço, existe um custo associado e, evidentemente, a obtenção desse nível de serviço deve ser alcançada no menor custo global (custo logístico) possível. Quando o sistema logístico sofre uma reestruturação com um enfoque holístico ou abrangente, é possível a obtenção de níveis de serviços maiores com menores custos globais [AN94].

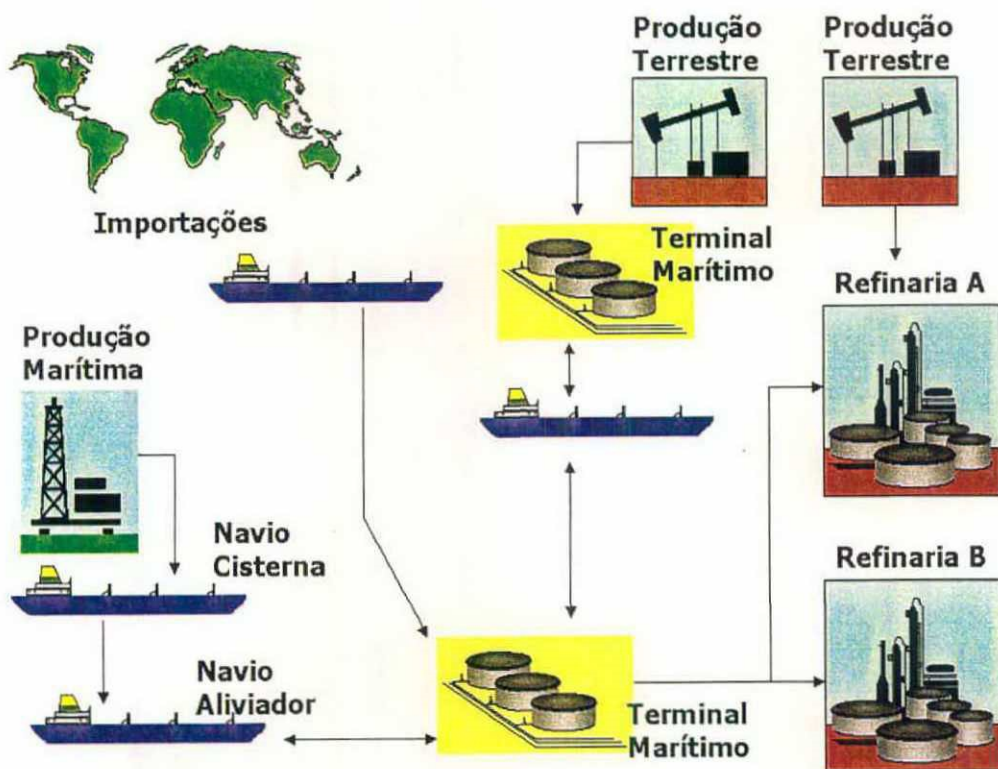


Figura 3 - Desenho esquemático de uma cadeia de suprimento de petróleos

Não se pode discutir logística sem considerar-se o(s) "trade-off"(s)<sup>2</sup> associado(s) [MC97], e falar em "trade-off" quando o cliente é uma refinaria, é complicado, já que em princípio, em função das características



da indústria de petróleo, qualquer custo logístico se justificaria para que o nível de refino não seja reduzido, pois, afetaria não apenas a lucratividade de refino, mas os contratos com o atendimento do suprimento de derivados com clientes próprios.

Traçando um paralelo entre os principais elementos do serviço ao cliente [MC97] com a indústria de refinação de petróleo como cliente de um supridor logístico de petróleo, pode-se listar;

- *Ciclo do pedido* - É o tempo decorrido entre o recebimento do pedido e a entrega do produto.
  - Determinação da faixa de chegada do navio ao terminal
- *Disponibilidade de estoque* – Relaciona-se com a percentagem da demanda de um determinado item que pode ser encontrado no estoque.
  - Basicamente pode ser calculado com a divisão do estoque de abertura do dia de matéria prima com o seu processamento diário previsto. É importante observar a qualidade da matéria prima quanto à sua adequação ao processamento.
- *Restrições de tamanho do pedido* – A busca pelo “just-in-time” exige o recebimento de pequenas quantidades com maior frequência.
  - Quando se trata do recebimento de matéria prima em refinarias, o primeiro aspecto observado é em a sua capacidade de suprimento. Basicamente o suprimento de matéria prima pode ser feito diretamente de uma região de produção (rede de dutos) ou através de eventos discretos como descarga de navios para terminais e posterior envio. No primeiro caso, o recebimento é em função direta da capacidade de produção do campo, mas o segundo caso pode ser considerado um processo logístico e o tamanho do lote é função de variáveis como; o calado dos portos de carga e descarga, disponibilidade dos navios, volume de operações

nos portos, vazão de produção de matéria prima nacional, disponibilidade de faixas de carregamento da matéria prima importada etc.

- Facilidade de colocação do pedido – acessibilidade ao negócio e integração de sistemas.
  - No caso de suprimento de refinarias, o processo é totalmente integrado e a definição de alocação de matérias-primas é atividade corporativa, já que o que deve ser observado não é apenas os custos do suprimento, mas também da distribuição física dos produtos. Assim, não existem pedidos individuais, mas sim um elenco determinado em volumes e quantidades para cada refinaria.
- Freqüência de entrega – Item diretamente associado ao tamanho do pedido, pois pedidos menores devem ser entregues com maior freqüência para uma mesma demanda.
  - Idem ao tamanho do pedido
- Confiabilidade da entrega – Definição da proporção de pedidos que são entregues na data acordada. É uma função da disponibilidade do estoque e da agilidade do processamento de pedidos.
  - Esse é sem dúvida o aspecto mais importante para o cliente refinaria, e é também o mais difícil de atender devido ao grande número de variáveis envolvidas, por exemplo, quebra de bombas, chegada do navio, condições climáticas, produção nacional, etc.
- Qualidade da documentação – Erros em faturas ou notas fiscais.
  - Quando se movimenta petróleo, um dos fatores mais importantes é rápida adequação de sua documentação, como emissão de nota fiscal, processo de nacionalização junto a Receita Federal, pois qualquer problema pode acarretar na indisponibilidade do óleo e afetar a sua movimentação. A



alteração de destino do óleo é responsável por grande parte dos erros observados.

- Procedimentos para reclamações – Mecanismos implantados para tratamento das não conformidades observadas e propiciar pronta resposta ao cliente.
  - No caso de refinarias, a adequação do elenco associada à qualidade intrínseca do produto bem como ao tempo de preparo da campanha são os fatores principais para a satisfação do cliente. Já os produtores, esperam não haver perda de produção nem contaminação do óleo produzido durante o transporte, bem como não haver sobreestadia demasiada na sua conta.
- Pedidos entregues completos – sem devolução nem parcial.
  - Normalmente não existe devolução por parte da refinaria já que a maioria delas só possui sistema de recebimento de óleo e não de expedição. No caso do nível de contaminação ser tal que inviabilize o seu processamento normal, o óleo será absorvido em pequenas injeções junto com outros tipos de petróleo. O que pode ocorrer na prática é a chamada entrega parcial (volume menor que o inicialmente programado) ou ainda um outro tipo de óleo que pode causar um desequilíbrio na produção de derivados aumentando o custo de distribuição ou alterações no processamento de produtos intermediários.
- Suporte técnico – São os serviços pós-venda, que garantem o uso adequado do produto, bem como a pronta atuação no caso de ocorrência de não conformidades.
  - Para as refinarias, é importante disponibilizar as avaliações de cada tipo de cru, de modo a permitir o cálculo da produção estimada, bem como os ajustes necessários nas unidades de processamento. Um outro aspecto importante é a rapidez no

suprimento de matérias primas que necessitem de par no seu processamento, pois a chegada de apenas um único componente não garante a viabilidade do mesmo.

- Informação sobre a posição dos pedidos – Entre a fase do pedido e o efetivo recebimento do produto, é fundamental o provedor disponibilizar informações periódicas sobre o andamento do pedido, bem como atualizando permanentemente o cliente de eventuais alterações na data de recebimento.
  - Tanto as refinarias quanto as plataformas produtoras de petróleo necessitam ser atualizadas freqüentemente quanto da chegada dos navios para descarga ou carga respectivamente. Os problemas causados pelo atraso nesses casos podem ser minimizados quando descobertos com antecedência, através da montagem de um novo ciclo de processamento ou de alternativas no escoamento da produção.

Na indústria do petróleo, como em outras, a determinação adequada do nível de estoque a se trabalhar é fundamental. O cálculo desse nível é bastante variável para cada refinaria e depende das características logísticas de cada uma. Pode-se citar, entre outras, algumas dessas características como; capacidade de estocagem, vazão de recebimento, estoque do terminal associado, nível de processamento, tamanho da campanha<sup>3</sup>, diversidades de campanhas, sistema de preparo de tanques, número e capacidade dos tanques, proximidade das regiões de produção, flexibilidade de processamento. Para o processamento de petróleo, o objetivo da programação de suprimento é viabilizar um seqüenciamento de processamento adequado, de modo a observar dois aspectos principais; a pertinência da campanha e o tempo de preparo. Considerando-se esses dois aspectos, o nível de estoque fica praticamente amarrado, e é variável devido a sazonalidades de mercado e paradas programadas para manutenção de unidades intermediárias que eventualmente modificam o perfil de produção da refinaria. Assim sendo, a questão "nível de serviço" é



um fator relevante para obter-se sucesso no suprimento de petróleo de uma refinaria.

### 3.2 Otimização

Otimização vem ganhando espaço nas organizações atuais. Entre outras coisas otimizam-se processos, custos e tempo, e entende-se por otimização a satisfação das necessidades dentro de um custo adequado [PD99].

Para se obter a solução ótima de um problema temos que;

- Identificar todas as alternativas;
- Avaliar cada uma delas detalhadamente;
- Compará-las com isenção, e
- Definir qual a melhor alternativa.

Essa seqüência de ações, que inicialmente pode parecer simples, torna-se especialmente complexa à medida que tentamos executar cada uma das tarefas. Conseguimos identificar todas as alternativas? Ou ainda, dispomos de ferramentas que possam avaliar cada uma delas com os detalhes exigidos? Sabemos realmente como comparar cada alternativa? Sabemos definir claramente qual o nosso objetivo?[AK96]

Uma das formas de abordagem de um determinado problema é a sua experimentação prática, que usa o sistema real para concluir sobre algumas poucas alternativas pré-estabelecidas. Evidentemente, essa forma de abordagem de um problema é bastante limitada quanto à capacidade de análise, uma vez que as alternativas podem ser muito caras, ou envolver um tempo incompatível com a realidade, ou mesmo ser impossível de se implementar como teste, seja por limite de equipamentos ou de uso de recursos humanos excedentes ou não disponíveis. Provavelmente ninguém promoverá demissões ou contratações, ou ainda comprará um equipamento sofisticado para testar alternativas de funcionamento do seu

sistema. Desse modo, o uso de alguma coisa que represente de forma aderente um sistema é fundamental para que se possa testar adequadamente as mais variadas alternativas sem que para isto seja necessário alterar o seu funcionamento real.

Depois de se conseguir uma representação adequada do sistema em estudo, ou seja uma caixa preta que transforma "inputs" em "outputs", deve-se analisar qual a combinação de "inputs" que produz a melhor combinação de "outputs". Ainda desta vez, pode-se usar o processo de se selecionar algumas alternativas (grupo de "inputs") e através da experimentação determinar qual das alternativas gerou a resposta de melhor resultado segundo critérios pré-definidos de avaliação.

Como se pode avaliar, o processo de escolha aleatória de alternativas não é satisfatório e portanto inúmeros algoritmos matemáticos foram desenvolvidos para otimizar a chamada "função objetivo" ou os "outputs". O maior avanço da "programação matemática" se deu durante a Segunda Guerra Mundial [CE95], onde pesquisadores e cientistas necessitavam analisar táticas de combate, escolha de rotas de comboios, estratégias de bombardeios, etc.. Após a guerra, as ferramentas desenvolvidas foram sendo adaptadas para uso nos setores industriais, procurando programar ou planejar melhor a alocação de recursos a atividades competitivas e sujeitas a restrições inerentes à natureza do problema. Essas restrições podem ser de vários tipos, como por exemplo, financeiras, tecnológicas e organizacionais no caso de uma empresa.

Um modelo de programação matemática possui subclasses, que dependem do grau de suas equações (lineares ou não lineares) e do tipo de suas variáveis que podem ser contínuas, discretas ou mistas.

A otimização de um modelo é a busca da solução que atenda às restrições impostas e tenha a melhor avaliação segundo os critérios adotados. Os modelos considerados mais simples de serem otimizados, são os lineares com variáveis contínuas, que podem ser otimizados através do método simplex [RF89,PD99]. Para otimização dos modelos inteiros e mistos, abordagens de enumeração implícita como "Branch-and-Bound"



são utilizadas. A técnica do "Branch-and-Bound" [HR93] se baseia na geração de uma árvore de decisão que divide todo o espaço de soluções ("Branch") e o ponto ótimo é garantido através da enumeração de todas as soluções. Os limites inferiores e superiores ("Bound") da função objetivo, quando são alcançados, permitem eliminar todo um sub-ramo da árvore de decisão, facilitando a obtenção do resultado otimizado.

### **3.3 Modelagem**

#### **3.3.1 Formulação de Problemas**

Uma das primeiras questões a serem abordadas quando nos deparamos com um problema e queremos obter a sua solução é como conseguir formulá-lo e precisá-lo de modo a viabilizar a pesquisa. Na maioria das vezes, estamos diante de sintomas e é necessária a obtenção de um diagnóstico, para tanto a definição do que seja um problema é imperiosa.

A problemática mais simples exige a existência de um indivíduo (I), que ocupa um ambiente (N), pelo menos duas linhas de ação que possam ser seguidas e para cada uma das linhas de ação existam dois resultados possíveis respectivamente, e ainda que um desses resultados seja preferido (objetivo) [AS77].

Naturalmente o aspecto mais importante que devemos considerar ao escolher o ambiente onde deva se situar uma ferramenta de apoio à decisão como a nossa proposta, é tentar identificar quais são os produtos dessa decisão, bem como quem, dentro da organização, toma efetivamente a decisão e ainda as variáveis envolvidas. Nos últimos anos, o grande desenvolvimento da informática em geral propiciou a disseminação dos conceitos de pesquisa operacional e de ferramentas que disponibilizam esses conhecimentos de forma menos prolixa e portanto a metodologia tradicional do uso de entrevistas com usuários se tornou bastante escasso, pois grande parte deles já podem usar por si só os conceitos da pesquisa operacional para resolver seu problemas. As ferramentas hoje disponíveis no mercado permitem embutir as regras e

equações, mas é importante o domínio da base da formulação de problemas, que envolve conceitos como;

- Natureza do problema,
- Diagnose
- Tipos de problemas (Certeza, Risco, Incerteza)
- Definição da medida de eficiência
- Funções de troca
- Medida de utilidade

A partir de uma formulação adequada do nosso problema, a questão seguinte é a construção do modelo e a seguir os testes tanto do modelo propriamente quanto das suas soluções. As deficiências que um modelo pode apresentar são [AS77];

- Inclusão de variáveis irrelevantes
- Falta de variáveis relevantes
- Avaliação imprecisa de variáveis relevantes
- Estrutura incorreta

A tarefa de análise estatística dos resultados do modelo se tornou muito mais fácil de ser executada pelo analista responsável, já que os pacotes de “softwares” disponíveis hoje no mercado incluem relatórios detalhando a sensibilidade do resultado do modelo às variáveis, tornando a identificação das irrelevantes menos árdua.

Quase todas as técnicas estatísticas para análise de relevância de uma variável são aplicáveis em modelos lineares, mas perdem sua efetividade em modelos não lineares, fazendo com que a escolha de um modelo seja influenciada em grande parte pela experiência do analista.



Se conseguirmos construir um modelo bastante aderente ao nosso sistema, poderemos usá-lo para testar diferentes alternativas sem afetar o sistema real [AK96], mas existem duas importantes questões na frase anterior; Conseguiremos construir esse modelo e em segundo lugar ele será realmente um modelo aderente ao nosso sistema real?

Quando se cria um modelo, dificilmente conseguimos implementar todas as representações de um sistema real, sendo necessário assumir certas simplificações que nos permitam representar a realidade de uma forma menos detalhada. A adequação do nível de detalhes embutidos dentro dos modelos é o segredo para atingirmos resultados aderentes dentro de um tempo de processamento compatível com as exigências da resposta. Para sabermos se o detalhamento está adequado, é fundamental definir os objetivos de maneira clara [AK96].

### **3.4 Simulação**

Simulação é uma ferramenta versátil, que permite às Companhias responder questões tipo "what if" (o que aconteceria se..) sobre mudanças em seus sistemas sem ser necessário efetuar as mudanças na prática [WA97], ou ainda "É a imitação da operação de um processo ou sistema do mundo real num período de tempo" [JB98].

Existem inúmeras situações nas quais a simulação vem sendo empregada. Por exemplo, na definição de "layouts" de restaurantes, número de atendentes numa fila de banco, avaliação de risco em empreendimentos ou investimentos, nível de estocagem necessário para amortizar as incertezas da demanda, nível de preços no futuro em função da entrada de novos competidores no mercado, etc..

Como se sabe, um modelo de simulação envolve probabilidades, portanto oferece uma resposta aproximada do problema. A cada rodada do modelo obtém-se respostas diferentes, ao contrário de modelos analíticos onde as respostas são calculadas e na maioria das vezes preferidas às soluções por simulação. A problemática é que em muitos casos não existe

uma solução analítica, já que em muitos problemas reais, a maioria dos dados é não determinística, como demandas, preços futuros, fatores de operação de máquinas, etc. Desta forma, podemos dividir os problemas em dois grupos; determinísticos (não probabilísticos) e os estocásticos. Recentemente o termo *Monte Carlo* vem sendo usado como um sinônimo de processos estocásticos, mas no passado o termo se aplicava apenas ao uso de métodos de simulação para solução de problemas estritamente determinísticos [NB75]. Entre esses problemas determinísticos no qual a simulação se mostrou útil na sua resolução, pode-se citar como exemplo a resolução de integrais múltiplas, problemas de filas complexos e problemas de "job shop". Embora existam métodos analíticos para a resolução dos problemas citados, a simulação mostrou-se eficiente. No caso de problemas estocásticos, a sua aplicação é especialmente indicada quando estamos diante da necessidade de uma amostragem estatística e a mesma é impossível ou antieconômica, como parada de equipamentos, investimentos numa nova unidade produtiva, etc.. Assim sendo, a simulação estocástica implica na construção de um modelo probabilístico do processo em análise, enquanto que a amostragem simples é usualmente executada sobre os dados brutos.

Em alguns casos pode não ser possível encontrar a distribuição teórica adequada para representar o comportamento de alguma variável de nosso modelo, introduzindo portanto o conceito de distribuições empíricas.

As variáveis estocásticas se dividem em dois grupos; contínuas e discretas. A simulação de eventos discretos se preocupa com a modelagem de um sistema no qual a representação do estado das variáveis muda instantaneamente em pontos de tempos separados (contáveis) [LK00]. No caso abordado pela dissertação, as variáveis consideradas como probabilísticas são discretas, ou seja a data provável de chegada de um navio seria uma média da distribuição discreta e existe uma probabilidade associada a cada data possível considerada no problema.

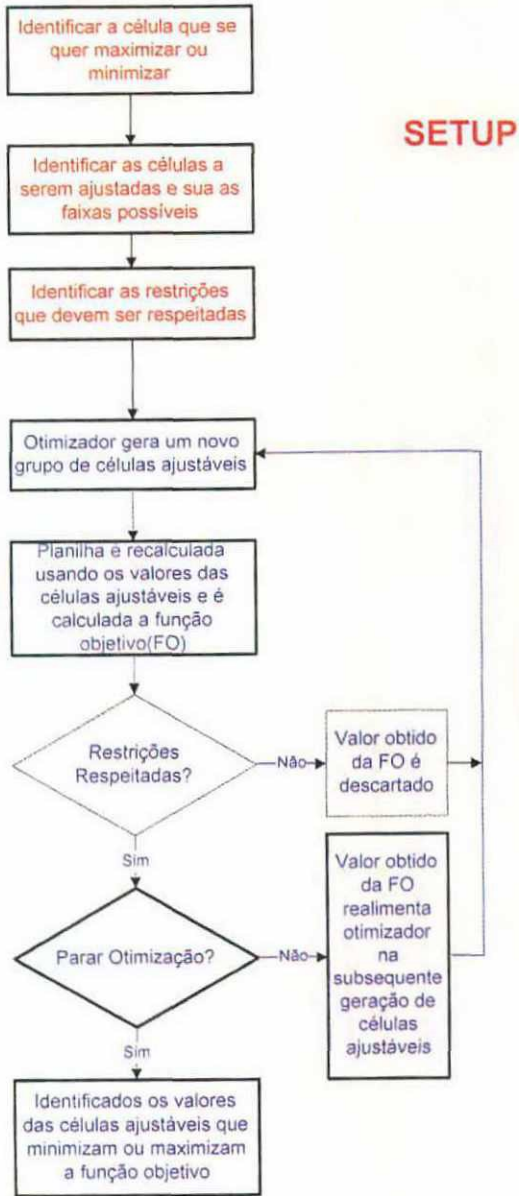


### **3.5 Simulação e Otimização**

Com o avanço da informática, disponibilizando processadores mais velozes e “softwares” robustos, os modelos que utilizam os conceitos de simulação e otimização simultaneamente tem-se tornado cada vez mais freqüentes, associando-se os objetivos da otimização às vantagens da simulação. Em outras palavras, pode-se determinar o “objetivo ótimo” de um modelo de simulação incluindo aspectos probabilísticos, através do uso de variáveis não determinísticas ou estocásticas. Desenvolver um modelo de simulação tem sido uma tarefa cada vez menos árdua e mais veloz.

Quando se precisa desenvolver um modelo de otimização determinístico em uma planilha eletrônica, o processo construtivo é similar ao usado num modelo estocástico, mas as diferenças existentes são a forma como o otimizador trabalha para a obtenção das variáveis ajustadas, o seu mecanismo de processamento e o tratamento das variáveis dado pelo analista. Na Figura 4, descreve-se esquematicamente os dois processos bem como suas particularidades.

**Otimização Tradicional numa Planilha**



**Simulação e Otimização numa Planilha**

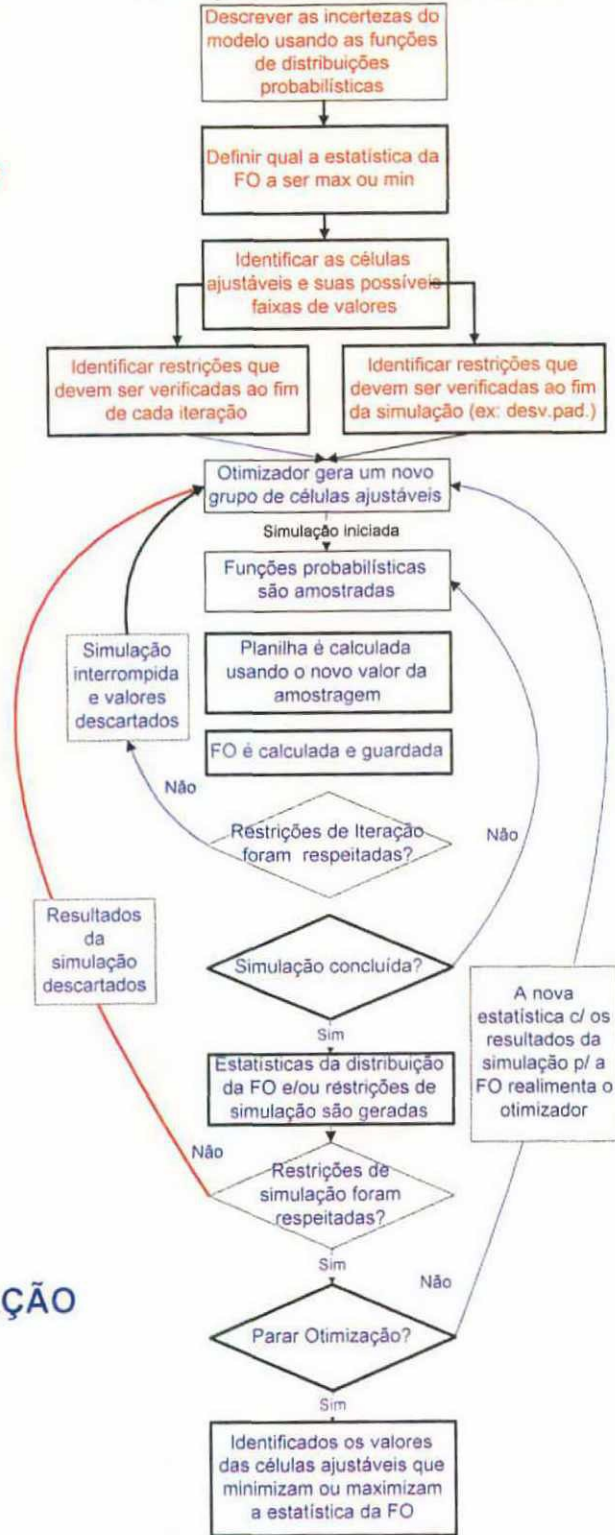


Figura 4 - Comparação entre os Processos de Otimização Tradicional X Simulação/Otimização [ROPT]

Existem muitos produtos no mercado para a construção de modelos, mas a fase de análise dos resultados ainda é um atributo do analista. É



neste ponto que a associação com a otimização mostra toda a sua potencialidade, pois o processo básico é rodar várias simulações observando o comportamento da função objetivo e identificar qual o grupo de variáveis de entrada produziu o resultado (função objetivo estocástica) mais adequado. Evidentemente o sucesso do modelo continua exigindo do analista habilidade e conhecimento para ajustar apropriadamente o "set" de parâmetros do sistema, bem como a amplitude de sua variação, mas seu trabalho fica bastante facilitado. Um dos produtos que se encaixa nesse perfil é o "RiskOptimizer" desenvolvido pela Palisade Corporation.

### 3.6 *RiskOptimizer*

É um programa que combina simulação e otimização para encontrar ótimos resultados para modelos que possuem em sua descrição variáveis que contêm fatores de incerteza. O uso de algoritmo genético associado à possibilidade de lidar com variáveis probabilísticas e usando como estrutura básica a planilha eletrônica mais popular, torna esse "software" indicado para o desenvolvimento da ferramenta proposta. A formulação matemática de um modelo conforme o proposto é muito complexa, e envolveria um número muito grande de equações, tornando a sua resolução praticamente impossível através de algoritmos matemáticos. No uso do pacote @RiskOptimizer, sabe-se que provavelmente não será obtido o ótimo absoluto, mas sim uma boa solução, pois o uso de algoritmos genéticos possibilita a obtenção de respostas cada vez melhores, mas não significa que o "ótimo" foi alcançado.

Uma outra vantagem para o usuário do pacote RiskOptimizer é a existência de diferentes métodos de resolução de problemas embutidos, que permite a construção de modelos mais enxutos, com menos fórmulas e rotinas, através da substituição dessas várias formulações, que deveriam ser incluídas na modelagem, por simples ajustes de parâmetros. Cada um dos métodos de resolução é na sua essência um algoritmo genético completamente diferente do outro, usando diferentes ajustes de parâmetros (cruzamentos e mutações) [ROPT]. No RiskOptimizer, existem um total de

seis métodos de resolução, sendo três básicos e outros três derivados dos primeiros.

➤ Básicos;

- Receita – Trata cada uma das variáveis ajustáveis como independentes, assim como numa receita de bolo, e a única restrição que é colocada é a faixa de valores que a variável pode assumir. Ex: Planejamento de Capacidade, onde o objetivo é decidir qual capacidade ótima de uma planta para maximizar o lucro, considerando-se aspectos como novos entrantes, demanda e preços variáveis.
- Ordenação – Alterna valores entre as variáveis ajustáveis, reordenando seus valores iniciais através de permutação. Nesse caso não há definição de máximo ou mínimo para as variáveis. Ex: Problema do Caixeiro Viajante, onde se deve determinar a ordem em que deve ser definido qual o “melhor” trajeto a ser percorrido, passando-se por todas as cidades determinadas.
- Grupo – Esse método de resolução é usado quando se quer associar múltiplas variáveis em grupos. Todos os grupos devem conter pelo menos uma variável. Ex: Problemas de Empacotamento, no qual o objetivo é determinar como agrupar diferentes itens num número definido de embalagens, visando minimizar os custos ou equilibrar os pesos para transporte. Também nesse método de resolução, as variáveis ajustadas não possuem definição de faixa, já que o objetivo é definir a que grupo pertence cada uma delas.

➤ Derivados;



- Orçamento – É similar ao método de resolução “Receita”, tendo como diferença, que a soma do valor das variáveis deve totalizar um valor determinado. Ex: Determinar qual a alocação de recursos a cada departamento de uma empresa de modo a maximizar o retorno.
- Projeto – É uma particularização do método de resolução “Ordem”, sendo que se pode incluir restrições de precedência entre os itens a serem seqüenciados. Ex: Na confecção de um cronograma, é importante definir a seqüência em que as tarefas serão executadas, mas deve-se respeitar questões de dependência entre algumas delas.
- “Schedule” – É uma derivação do método de resolução “Grupo”, no qual os grupos são tratados como blocos de tempo de mesma duração, sendo necessário apenas dizer o número de blocos de tempo que serão considerados. Além disso, esse método de cálculo permite que se passe para o sistema restrições temporais entre os itens a serem agrupados. Ex: Determinação da distribuição de matérias em um número pré-definido de períodos diários, mas precisamos atender restrições de ocorrência simultânea, já que existem alunos cursando matérias independentes e que portanto não podem ser programadas num mesmo bloco de tempo.

O problema tratado pela dissertação pode ser enquadrado no método de resolução “ordem” ou “projeto”. Optou-se pelo uso do método de “ordem”, visando deixar todas as opções possíveis para o modelo responder, sem criar qualquer tipo de restrição de precedência, embora o método “projeto” possa ser utilizado quando se deseja fixar alguma dependência de seqüência de navios ou ainda de itens.

O RiskOptimizer permite ainda que o usuário trabalhe com três diferentes tipos de restrições, que ele classifica como;

- Hard – A qual deve ser atendida para a solução ser considerada válida.
- Soft – Deve ser atendida dentro do possível. Não invalida a solução, mas sim permite a adoção de penalidades à função objetivo quando não for atendida.
- Range – Definição de uma faixa de valores possíveis a ser respeitada quando da geração das variáveis ajustáveis.

Essas restrições podem ainda ser aplicadas a cada iteração (somente as “Hard Constraints”) ou a cada simulação. Uma simulação é quando definimos um conjunto de variáveis ajustáveis e promovemos iterações através da geração dos valores aleatórios, respeitando distribuições estatísticas previamente escolhidas pelo analista, e a cada conjunto de valores gerados a estatística da função objetivo calculada é acumulada, contribuindo para o resultado final daquela simulação. Uma “restrição de iteração” é avaliada a cada geração de variáveis aleatórias (iteração) e caso não seja respeitada, toda a simulação é abandonada e um novo grupo de variáveis ajustáveis é gerado. Já no caso de uma restrição de simulação, essa restrição é expressa sob a forma de uma fórmula estatística (Ex: média, variância, desvio padrão, valor máximo ou mínimo da célula A30 > 30), a qual é avaliada ao término das iterações que compõe aquela simulação, tornando-a válida ou não conforme os limites assumidos. Caso a restrição de simulação considerada não atendida seja do tipo “Hard” a mesma será descartada e se iniciará um outro ciclo de simulação. Caso o seu tipo seja “Soft” o valor da função objetivo a ser maximizada ou minimizada será penalizado segundo uma função de penalidade<sup>4</sup> atribuída à mesma.



### **3.7 Seqüenciamento de itens em oleodutos**

Na indústria de petróleo, quando se fala de oleodutos, é preciso separá-los em dois grupos; os polidutos e os dutos dedicados. No caso de polidutos, circulam diferentes produtos que possuem interfaces e, portanto podemos associar a cada batelada de bombeamento para o duto a geração de item perfeitamente identificado, ao contrário dos dutos dedicados, onde trafega um único tipo de produto, apesar do conceito de batelada ainda existir e a geração de item estar também associada, a falta de interfaces torna a questão de seqüenciamento indiferente, pois, apesar das diferenças de qualidade intrínseca entre as bateladas do produto, respeitando-se as especificações estabelecidas, tratam-se todos os itens como um só, sendo a problemática associada apenas à programação das datas de início do bombeamento.

O efeito do seqüenciamento de produtos num poliduto pode ser enorme. No caso de derivados, onde busca-se o atendimento de uma demanda diária que "sangra" em vários pontos de um poliduto, o problema é a identificação do ciclo que otimiza essas demandas com a produção diária de uma refinaria identificando o seqüenciamento e o tamanho das bateladas, minimizando as perdas por interfaces e paradas do poliduto [SR95].

A princípio, pode-se associar um oleoduto de petróleo à um duto dedicado, mas na verdade trata-se de um poliduto ainda mais complexo que um de derivados, já que cada tipo de petróleo exige cuidados diferenciados, e ainda podem ser misturado em proporções calculadas segundo interesse da área de refino. A mistura de petróleos na proporção adequada ao seu refino e na janela de tempo requerida é que vai definir a economicidade de toda a cadeia logística, não só computando-se os custos da matéria-prima em si, mas também o refino, tratamento e escoamento dos derivados gerados. Assim sendo, o seqüenciamento de itens (misturas de petróleos) num oleoduto que atende uma ou mais refinarias é fator determinante para ajustar a qualidade do petróleo a ser processado com o nível de estoque global, previsão de retiradas de derivados. Nesse estudo

consideramos que as necessidades das refinarias estão consolidadas na data limite de chegada de cada item do problema.

## 4 MODELAGEM, SIMULAÇÃO E OTIMIZAÇÃO NO SUPRIMENTO DE PETRÓLEOS PARA REFINARIAS

Nesse capítulo, procura-se abordar o procedimento adotado para o equacionamento do problema básico, as simplificações efetuadas, o detalhamento das planilhas, bem como ajustes no modelo e dados, visando obter-se consistência ao modelo real.

Evidentemente, num sistema real de suprimento de petróleo a um grupo de refinarias, o número de variáveis não determinísticas são enormes, em grande parte das vezes, o planejamento e a programação ficam de tal forma subordinados às decisões do dia a dia que várias vezes a utilidade dos mesmos é colocada em dúvida. Cabe aqui um apoio à ambas as ferramentas, pois na verdade cada uma delas tem o seu valor para o sistema, já que os seus méritos não estão ligados unicamente à realização exata do que foi planejado e programado, mas sim ter propiciado ao "dia a dia" uma multiplicidade de alternativas e visão prospectiva, deixando margem para as adaptações certamente necessárias na sua execução mantendo uma ambiência de cenário ainda ajustado.

Quando se elabora um planejamento e/ou uma programação, várias são as premissas adotadas pelo responsável, tornando as respostas consequência direta da ocorrência dessas premissas. Em muitos casos, algumas premissas são tão relevantes, que a sua não ocorrência invalida todo o processo, tornando a direção indicada pelo modelo inconsistente.

Nos modelos de longo prazo, diferentes cenários são analisados, visando diminuir os efeitos causados pelo incerto, mas nos modelos de curto prazo, essa questão é crítica já que o maior detalhamento desses modelos não permitem rodadas na frequência exigida pelo nível de tomada de decisão.

### 4.1 *As simplificações*



Mesmo considerando-se o maior detalhamento dos modelos de curto prazo as simplificações precisam ser assumidas para permitir suas rodadas freqüentes. De um modo esquemático tem-se a seguir algumas considerações assumidas.

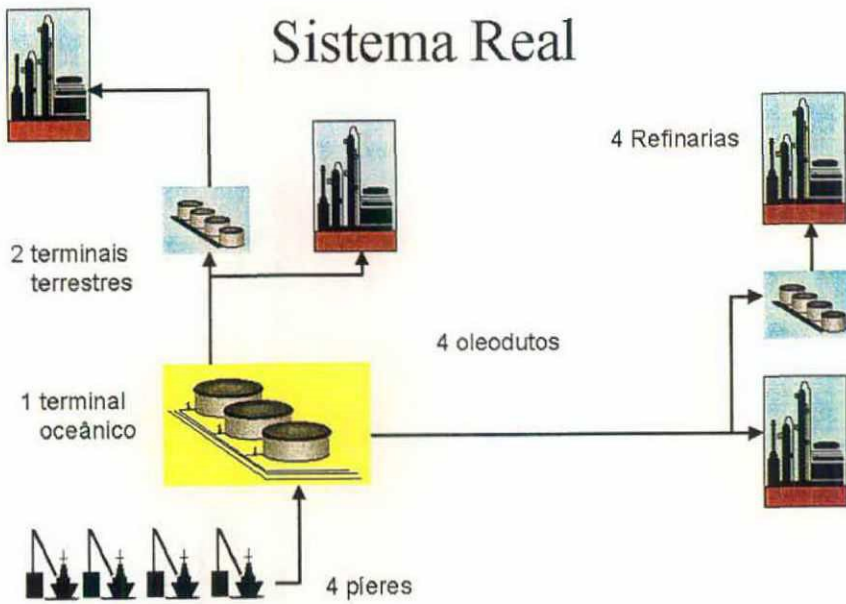
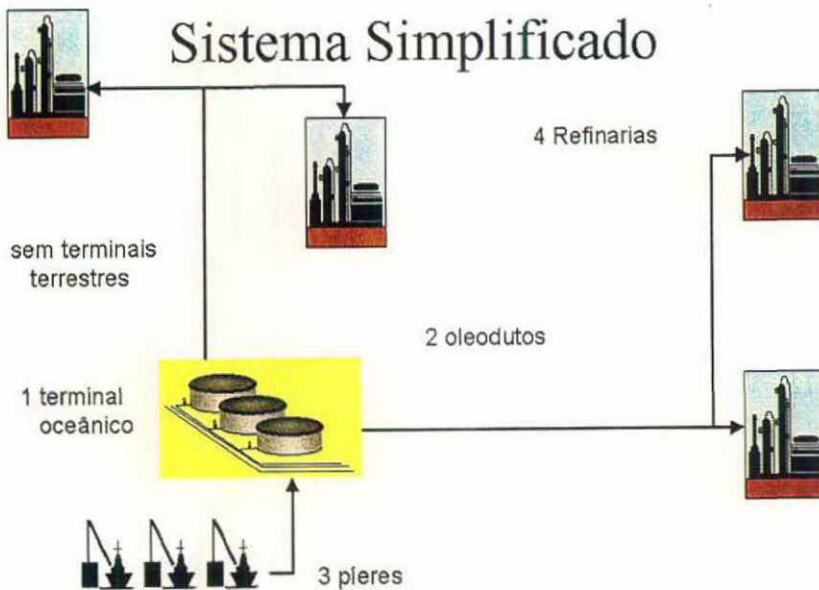


Figura 5 - Desenho esquemático do suprimento real de petróleo em SP



## Figura 6 - Desenho esquemático do suprimento do sistema simplificado

Conforme mostrado acima (Figura 5 e Figura 6) simplificou-se o número de oleodutos, o número de píeres, e suprimiram-se as operações pulmão<sup>5</sup> e de sangria<sup>6</sup> ao se desconsiderar a existência de terminais terrestres intermediários entre o terminal oceânico e as Refinarias. Essas simplificações tiveram como objetivo permitir um cálculo menos elaborado nos tempos de transferência do terminal oceânico até a refinaria, já que esse não é o foco da presente dissertação. Outras considerações adotadas de modo a tornar o modelo mais enxuto foram;

- Os três píeres não possuem restrições operacionais, podendo operar com qualquer navio.
- Os dois dutos são compostos de um único trecho e ligam diretamente o terminal oceânico à duas refinarias distintas cada um.
- Os itens não possuem interfaces, sendo perfeitamente estanques.
- As datas limite de chegada dos itens às refinarias, são dados de entrada e consideram as necessidades de atendimento das demandas de produtos e o seu tempo de repouso, ou seja, se as datas forem atendidas está cumprido o plano de produção<sup>7</sup>.
- Os itens são bombeados inteiros, não havendo possibilidade de divisão. O bombeamento só é iniciado se existe o volume total dos componentes<sup>8</sup> do item.
- Os itens têm volume maior que 50% do volume total do duto, garantindo portanto que o item predecessor tenha começado a chegar no nó oposto antes de ocorrer o término do bombeamento do item posterior. Essa restrição visa a facilitar

os cálculos na obtenção das datas de chegada do item no nó oposto do duto (destino)

- A vazão de bombeamento de itens em cada oleoduto é fixa, não variando com a viscosidade dos itens nem com a temperatura. Na realidade podemos encontrar variações de até 30% entre petróleos leves e pesados.
- Números limites assumidos na ferramenta;
  - Até treze (13) petróleos
  - Até dezoito (18) navios
  - Até dezoito (18) itens por oleoduto
  - Horizonte de até dezesseis (16) dias
- A sobre-estadia<sup>9</sup> dos navios é considerada como desembolso, tanto para navios em TCP<sup>10</sup> quanto em VCP<sup>11</sup>. Na realidade, apenas as sobre-estadias com VCP provocam desembolso, enquanto que as em TCP significam custo, pois como o navio está afretado por tempo, o desembolso será efetuado da qualquer maneira.

## **4.2 A escolha da ferramenta**

Uma das primeiras questões que formulamos foi qual seria o ambiente mais adequado para o desenvolvimento da ferramenta? Como os problemas a serem resolvidos são diários, exigem uma ferramenta leve e familiar aos seus operadores e é de uso constante, escolhemos o “EXCEL 97” (Microsoft) como pano de fundo para o desenvolvimento do modelo e o pacote “RISKOPTIMIZER” (Palisade) como a ferramenta de simulação e otimização. Entre as vantagens da escolha dessa configuração podemos citar:

- Disponibilidade do Excel e máquina
- Permite o uso em múltiplas planilhas do Excel

- Dispensa de treinamento do usuário
- Facilidade de representação do modelo
- Interfaces com bases de dados corporativas imediatas
- Baixo Custo
- Simulação e Otimização integrados num aplicativo único

### **4.3 A construção do modelo**

Para cristalização dos conceitos de simulação/otimização na área de suprimento de petróleo para refinarias através de uma rede de oleodutos, partindo de um terminal que recebe esses óleos através de navios, é necessária a construção de um modelo simplificado que seja aderente aos reais problemas encontrados no dia a dia de quem executa a programação do suprimento.

Para tanto, foi montado um modelo em excel 97 que representa as principais variáveis envolvidas na avaliação da programação como por exemplo:

- ETA dos navios usando probabilidades
- Sobre-estadia de navios
- fator de utilização das linhas
- datas limite de chegada dos itens<sup>12</sup> nos seus destinos
- ordem de entrada dos itens nos oleodutos
- ordem de atracação dos navios nos píeres

O modelo é dividido em planilhas, que separam essas variáveis em grupos afins, de modo a facilitar a sua alimentação e alteração de valores se for necessário. Simplificando a realidade, o sistema modelado possui um terminal, com 3 píeres para atracação de navios, 2 oleodutos que suprem de óleo cru, cada um, 2 refinarias (Figura 6). Cada uma das

refinarias possui um calendário de processamento de diferentes itens que devem ser supridos no tempo adequado para o seu preparo e posterior processamento.

A primeira planilha “**Balanco**” tem como finalidade, obter de uma forma rápida, uma pré-análise dos dados de entrada básicos, verificando se o total dos estoques iniciais de cada tipo de petróleo somados aos recebimentos previstos é suficiente para atender aos volumes demandados. No caso do balanço ser negativo, a planilha indica que não existirá solução viável para o problema. Nessa conta, despreza-se o tempo, usando-se apenas o valor absoluto dos volumes considerados.

A próxima planilha, “**NTs**”, tem como característica, os atributos da entidade navio, como o custo de sua sobre-estadia (desembolso ou custo), a sua vazão de descarga naquele terminal, o(s) volume(s) e tipo(s) de petróleo(s) que será(ão) descarregado(s), a sua data estimada de chegada (“ETA<sup>13</sup>”). O ETA de um navio é uma variável extremamente importante para o programador de suprimento, pois como os níveis de estoque costumam ser relativamente baixos, o atraso de um navio pode custar a redução de carga de uma ou mais refinarias, ou ainda causar a alteração da mistura de petróleos dos itens desejada provocando possivelmente custos adicionais de produção e transporte que podem ser extremamente altos.

A grande importância do ETA nos motivou a estudar o comportamento da programação quando passamos a tratar o ETA não mais como um valor determinístico, mas sim considerar probabilidades na sua definição. Evidentemente, quanto maior a distância entre uma determinada fonte de suprimento de petróleo e o terminal oceânico de destino, menor será a distorção percentual do ETA previsto, já que os atrasos devido à problemas de atracação, falta de produto, mau tempo, praticagem etc. propriamente dita não são tão significativos quando a viagem é longa, mas em termos absolutos, o atraso de um dia pode custar diversos dias para recomposição de estoques numa refinaria, dependendo de suas características. Em muitos casos, refinarias sofreram ampliações



em suas capacidades de refino, mas os sistemas logísticos de suprimento não tiveram aumentos similares, gerando, em muitos casos, necessidade de bombeamento praticamente contínuo para manter o nível de estoques.

Na planilha “**Píeres**”, definimos a situação inicial dos píeres, com a próxima data disponível para atracação dos navios considerados, bem como a ordem de atracação e o cálculo do tempo de operação do navio. É importante ressaltar que os tempos de atracação e desatracação foram considerados fixos a título de simplificação do problema, tornando o tempo total de operação do navio uma função exclusiva do tempo de descarga do produto (quantidade/vazão). Nessa planilha, em função da ordenação de atracação dos navios, o sistema define como píer de atracação daquele navio, o primeiro que ficar livre, e calcula o custo da sobreestadia global (CSG<sup>14</sup>) para aquela proposição. De modo a penalizar o modelo quanto a perda do fator de utilização das linhas, foi incluído no cálculo do CSG o fator de perda de tempo nos dutos, ou seja, o produto das somas dos custos de sobreestadias pela soma de 1 com as frações de dias em que tivemos interrupções nos bombeamentos (falta de algum componente para o item da vez). Essa penalidade pode ser variável em função do grau de importância dado a interrupções nos oleodutos, pois, existem sistemas que tem folgas de capacidade muito restritas, fazendo com que perdas de bombeamento causem perdas de estoque de difícil reposição. A título de demonstração, podemos notar que num sistema com capacidade de bombeamento de 32 mil m<sup>3</sup>/d suprindo uma refinaria com capacidade de processamento de 30 mil m<sup>3</sup>/d, uma perda de 1 dia no oleoduto exige 15 dias do uso da plena capacidade para recuperação do estoque.

O estoque como importante variável logística, tende a estar sempre num nível mínimo adequado à sua necessidade, ainda mais se tratando da indústria do petróleo, no qual os custos da matéria prima são de ordem de 90% do total dos custos. Assim, em geral as perdas de estoque de petróleo nas refinarias são graves e podem causar perdas de produção, bem como danos nos equipamentos devido a preparação inadequada para o processamento.

Para o cálculo da data na qual será considerado disponível o petróleo descarregado por determinado navio, usamos a planilha **Desc\_NTs**, que através da soma do tempo de descarga de um determinado navio e do maior valor entre a sua chegada e a disponibilidade de píer para sua operação indica para a planilha **Ent\_Gebast** em qual data considerar o volume descarregado, como disponível para bombeamento nos oleodutos (data de referência). Considerou-se que o tempo para disponibilizar todo o volume do navio não era o tempo da sua descarga total, mas sim dos primeiros 25 mil m<sup>3</sup>, já que pode-se na prática trocar o tanque de recebimento e iniciar o envio desse primeiro volume. O valor de 25 mil m<sup>3</sup> foi escolhido por ser muito próximo da prática quando se necessita de um óleo com certa urgência.

A próxima planilha, foi denominada **Ent\_Gebast**, e nela, o Excel mostra o resultado de uma determinada proposta da ordem de atracação dos navios, gerando as entradas de cada tipo de óleo na sua data referência. Nesse ponto outras simplificações foram consideradas, pois na realidade os volumes descarregados pelos navios são divididos em tanques de armazenamento, e dependendo dos valores de cada volume, os mesmos estarão disponíveis em tempos menores do que a descarga completa do navio conforme citado no parágrafo anterior. Para minimizar a distorção de se usar o tempo completo de descarga do navio, usou-se o tempo de descarga dos primeiros 25 mil m<sup>3</sup> para o cálculo da data de referência. Assim, a data de referência (o tempo total entre a chegada do navio e o seu uso como componente de um item) é calculada pela soma das seguintes parcelas:

- Data da liberação do píer para o navio considerado
- Tempo de atracação<sup>15</sup>
- Tempo de descarga dos primeiros 25 mil m<sup>3</sup>
- Tempo de repouso<sup>16</sup>

A seguir, para cada oleoduto considerado, foram usadas 3 planilhas; **Ent\_Dutox**, **Sai\_Dutox** e **C\_Dutox**, onde Dutox é o nome do duto considerado. O sistema considerado possui dois dutos (Osvat e Osbat). A planilha **Ent\_Dutox**, tem os dados de entrada de cada item, tais como; código, data limite de entrega, composição, sua vazão no duto considerado e o seu volume total. É também nessa planilha que podemos ordená-los e definir um atraso antes de sua entrada no duto, além de informar a capacidade do duto e o tempo de percurso na vazão padrão. Novamente neste ponto foi incorporada outra simplificação, ou seja, para definição da chegada do item no seu destino. O cálculo preciso é função de vários fatores, como por exemplo; a vazão do item considerado, a vazão dos itens subseqüentes, bem como das alterações de vazão provocadas por horo-sazonal<sup>17</sup> ou falta de produtos ou ainda por problemas diversos de equipamentos. Para o cálculo desses tempos, desconsideramos a existência de horo-sazonal e que ao ser iniciado um bombeamento o mesmo nunca é interrompido. Essa simplificação traz algumas distorções no modelo, já que na prática os itens não precisam ser bombeados inteiros e de uma só vez, podendo ser bombeados aos pedaços entremeados por outros pedaços de outros itens, embora não seja uma prática desejável.

É importante ressaltar o impacto dos valores constantes na coluna "Atraso" na solução do problema. Qualquer valor nesta coluna causa uma penalidade direta na função objetivo do modelo e promove um atraso no bombeamento do item considerado no oleoduto de modo a aguardar uma possível descarga de um dos componentes que não esteja disponível em estoque no momento seguinte ao término do bombeamento do item imediatamente anterior. Uma outra coluna que merece destaque é a coluna "Atendimento", que verifica se a data de chegada do item no seu destino atende à data limite exigida pela refinaria (data máxima<sup>18</sup>). Por restrição, todos os valores devem ser "Verdadeiros".

A última planilha é **Est\_Gebast**, na qual introduzem-se os estoques iniciais da simulação no terminal marítimo e calcula-se a evolução diária



dos mesmos para cada tipo de óleo. É importante lembrar que o sistema considera a contabilização dos estoques do terminal fungível<sup>19</sup> e não tanque a tanque, de modo a simplificar a representação das movimentações na composição dos itens de bombeamento. Para cada seqüência de descarga de navios, seqüência de movimentação de itens nos dois oleodutos e incorporação de atraso na entrada de itens, calcula-se os estoques resultantes. Para o problema em questão consideramos um horizonte de 15 dias e até 13 tipos diferentes de petróleo. Essa planilha é parte das restrições do modelo, e neste caso todos os estoques devem ser positivos.

#### **4.4 Preparo dos dados para a validação do modelo**

Após a montagem do modelo usando uma pasta do excel com as planilhas citadas no item anterior, precisou-se definir uma batelada de dados para servir como balizamento da validação do modelo e identificação de problemas eventualmente existentes. Os dados básicos assumidos foram;

- Estoques de abertura no Gebast
- Definição do nome de 13 petróleos
- Definição do nome de 8 navios
- Definição das quantidades de cru em cada navio
- Definição do "Tag"<sup>20</sup> dos itens requeridos por cada refinaria
- Definição da composição de cada item
- Definição da data limite requerida de cada item pelas refinarias
- Definição da data prevista de chegada de cada navio
- Escolha de incertezas nas datas de chegada dos navios
- O valor da sobre-estadia de cada navio

#### **4.5 Ajuste do modelo para obtenção dos resultados**

Após algumas rodadas iniciais de reconhecimento das facilidades e potencialidades do “software”, foram necessários vários ajustes e mudanças nos objetivos inicialmente traçados devido principalmente a limitações do “software” (@risk optimizer) e das restrições de “hardware” disponível. O modelo em questão, consiste de 3 níveis de ordenamento (descarga dos navios, seqüenciamento dos itens no oleoduto osvat e seqüenciamento dos itens no oleoduto osbat), além da introdução de atrasos possíveis na entrada de cada item nos oleodutos. No caso de se considerar apenas a questão de ordenamento, o número de respostas matematicamente possíveis num universo de 18 navios e 18 itens para cada oleoduto é o produto da permutação de cada um dos componentes ( $18! \cdot 18! \cdot 18!$ ), ou seja 2,68 E47. Isto sem se considerar as iterações para cada uma das simulações válidas.

Para se conseguir lidar com um número tão grande de possibilidades, foi preciso limitar mais o escopo do problema e passou-se a tratar com um universo de 7 navios, 10 itens para um oleoduto e 11 para o outro. Ainda limitou-se para dois os navios com incerteza na chegada de modo a obter consistência nos resultados das simulações, já que seria necessário aumentar muito o número de iterações nas simulações para se alcançar uma repetitividade aceitável dos resultados.

Durante as rodadas, observaram-se algumas dificuldades do “software” para convergir quando se iniciou a rodada com um grupo de valores (ou população) que não eram válidos, ou seja, não atendiam todas as restrições do problema. Até mesmo rodadas de 22 h não conseguiram encontrar nenhum conjunto de resposta válido. Desse modo, foi necessário iniciar-se a rodada com um grupo de valores válidos ou seja uma ordem de descarga de navios, ordem de seqüência de entrada nos dois oleodutos, atraso nos itens, de modo que as datas limites de atendimento fossem atendidas e a evolução dos estoques por cru no Gebast fossem sempre positivos.

Uma outra dificuldade observada durante os testes, foi que na definição das restrições de não negatividade dos estoques para o @Risk Optimizer, notou-se que várias soluções tidas com válidas apresentavam algum estoque negativo no conjunto de respostas, mesmo com a restrição sendo de iteração (restrição que não pode ser violada nem nas iterações de uma simulação sem torna-la inválida). Para caracterizar este problema foram feitas algumas rodadas, mudando a restrição passada em “range” para restrição passada por endereço de célula do excel. Notadamente atingiu-se valores diferentes de resposta, e no sumário da rodada disponibilizado pelo “software”, observou-se que na restrição de “range” estava atribuído o valor “Met”, enquanto que alguns endereços de células entrados individualmente em duplicidade estavam atribuídos o valor “Not Met”, comprovando as divergências internas do “software”. Como o modelo se caracterizava, propositalmente, por obter estoques negativos apenas em um único tipo de petróleo, ficou fácil introduzir a duplicidade da restrição. Num caso mais real, e que tivesse aproximadamente o mesmo tamanho do adotado na experiência, ficaria exaustiva a inclusão das restrições individuais de não negatividade quando comparada ao oferecido pelo “software” de passagem dos dados por um range, como por exemplo abaixo listado;

0 < C4, 0 < C5, 0 < C5, .....0 < Q16 (195 linhas de restrições)  
0 < C4:Q16 (Apenas 1 linha de restrição é entrada)

#### **4.6 Detalhamento das planilhas**

Para descrever detalhadamente o conteúdo das planilhas, dividiu-se essa seção em sub-seções representando cada planilha da pasta global do modelo. Em cada sub-seção com o nome da planilha referenciada, tem-se uma visão gráfica parcial da mesma, seguida pela formulação usada nas principais células e ou as observações pertinentes.

No anexo dois pode-se observar um diagrama que mostra um descritivo geral do relacionamento entre as planilhas do sistema e um breve resumo das suas principais funcionalidades.



#### 4.6.1 RiskOptimizer Summary

Trata-se de uma planilha gerada pelo “software” que lista os resultados obtidos após uma rodada completa (simulações e iterações), indicando os valores iniciais das variáveis ajustáveis e o comportamento das restrições para a solução. Essa planilha tem uma facilidade bastante interessante, pois, possibilita ao usuário colecionar todos os resultados de suas rodadas numa única planilha, bem como recuperar os dados iniciais ou o melhor resultado para cada uma delas. Neste relatório foi possível detectar o problema de atendimento de restrições passado por range para o “software”, já comentado anteriormente.

A planilha é dividida em seções, sendo que a inicial promove a validação a rodada de maneira global. Em seguida passa a listar o valor inicial e o melhor valor encontrado para cada célula ajustável, passando a descrever o comportamento observado de cada restrição e os parâmetros utilizados na rodada do modelo, para as variáveis ajustáveis e para as opções de controle da rodada. Segue, abaixo, a identificação dos campos gerados, bem como um resumo do seu significado

	A	D	E	F
1	RUN	#3: 10/04/00 17:01:01	#4: 10/04/00 17:08:14	#5: 10/04/00 17:39:18
2	Cell to Optimize	Pieresi\$A\$25	Pieresi\$A\$25	Pieresi\$A\$25
3	Optimization Goal	Minimum Mean	Minimum Mean	Minimum Mean
4				
5	RESULTS			
6	Valid Sims	41	6	11
7	Total Sims	84	13	22
8	Original Value	149.265.624.999.734	156.343.749.999.745	408.333.333.331.393
9	+ soft constraint penalties	0	0	0
10	= result	149.265.624.999.734	156.343.749.999.745	408.333.333.331.393
11	Best Value Found	144.343.749.999.745	622.777.777.776.355	408.333.333.331.393
12	+ soft constraint penalties	0	0	0
13	= result	144.343.749.999.745	622.777.777.776.355	408.333.333.331.393
14	Occurred on trial #	25	6	1
15	Time to find this value	00:14:04	00:03:22	00:00:21
16	Stopped Because	Halted by User	Halted by User	Halted by User
17	Optimization Started At	16:41:24	17:04:12	17:31:36
18	Optimization Finished At	17:00:53	17:08:07	17:39:06
19	Total Optimization Time	00:19:19	00:03:46	00:07:15
20	Adjustable Cell	Pieresi\$M\$7	Pieresi\$M\$7	Pieresi\$M\$7
21	ORIGINAL	7	7	3
22	BEST	7	3	3
23	Adjustable Cell	Pieresi\$M\$8	Pieresi\$M\$8	Pieresi\$M\$8
24	ORIGINAL	6	6	6

Figura 7 – Resumo das rodadas do @RiskOptimizer

➤ RODADA

- Run – Identifica o número da rodada, bem como a data e hora da sua execução.
- Cell to Optimize – O endereço da célula função objetivo. O “software” não permite o uso de multi-objetivos, necessitando-se criar uma função que combina os diversos objetivos desejados em um só.

#### ➤ RESULTADOS

- Valid Sims – O número de simulações onde foram atendidas todas as restrições.
- Total Sims – O número total de simulações executadas
- Original Value – Valor inicial da função objetivo (sem penalidades no caso de restrições “soft”).
  - Soft constraint penalties – valor acrescido ou subtraído da função objetivo de modo a penalizar o resultado no caso de não atendimento de alguma restrição considerada “soft”. No caso analisado, todas as restrições são do tipo “hard”.
  - Result – valor original acrescido da penalidade (“soft”)
- Best Value Found – melhor resultado da função objetivo encontrado pelo modelo
  - Soft constraint penalties – idem ”.
  - Result – idem)
  - Occurred on trial # - trata-se do número da simulação que alcançou o melhor valor da função objetivo
  - Time to find this value – indica o tempo que o modelo levou para alcançar o melhor resultado
- Stopped Because – qual a condição usada para interromper a rodada.
- Optimization Started at – Hora do início da rodada
- Optimization Finished at – Hora do final da rodada

- Total Optimization Time – tempo total gasto na rodada.
- Adjustable Cell – Contém o endereço de cada uma das variáveis ajustáveis consideradas
  - Original – O valor original para cada uma das variáveis ajustáveis
  - Best – O valor encontrado pelo modelo que conduziu ao melhor valor da função objetivo

#### ➤ RESTRIÇÕES

- Description – A descrição dada pelo operador à restrição
- Definition – Contém a definição lógica da restrição
- Constraint Type – indica se a restrição é do tipo “soft”(que pode ser eventualmente quebrada às custas de uma penalidade), ou é do tipo “hard” (que não permite ser desrespeitada ou por iteração ou por simulação)
- Satisfied for % of Sims - % das simulações em que a restrição considerada foi respeitada.
- Satisfied for % if Sims - % das simulações válidas em que a restrição considerada foi respeitada. Naturalmente no caso de restrição do tipo “hard” esse valor deve ser sempre de 100%.
- Penalty Function – o valor da função de penalidade caso a restrição seja do tipo “soft”.
- Penalty of best result – o valor da penalidade obtida na restrição para o melhor resultado da função objetivo. Só disponível para restrições “soft”.

#### ➤ CÉLULAS AJUSTÁVEIS

- Description - – A descrição dada pelo operador à restrição
- Solving method – Como descrito anteriormente, existem vários métodos de resolução usados pelo @RiskOptimizer. Nesta linha, o sumário descreve o método selecionado para a(s) célula(s) ajustável(is).



- Number of time blocks – Usado apenas para método de resolução “schedule”
- Const/Prec Range – Não utilizado
- Mutation Rate – O valor ajustado pelo operador do modelo. Indica a taxa de geração de “organismos” randomicamente. Devido a mutação ocorrer primeiro, um ajuste do parâmetro em 1, significa que todos os “organismos” serão gerados aleatoriamente, não havendo cruzamentos,
- Crossover Rate – O valor ajustado pelo operador do modelo. Indica a probabilidade futura dos próximos “organismos” da população serem formados pelo cruzamento de informações entre os “organismos” atuais. Uma “Crossover rate” igual a 1 indica que não haverá cruzamento, sendo gerados apenas clones da população inicial, enquanto que uma igual a 0,1 indica que um novo “organismo” será gerado usando 10% de um primeiro “parente” e 90% do segundo “parente”.
- Input Cell/Range Constraint – Endereço no excel da restrição considerada.
- Operator #1;#2;#3;#4 (score) – Parâmetros internos usados na seleção de organismos e controle da mutação, validação e cruzamentos.

#### ➤ OPÇÕES

- Population Size – Trata-se do tamanho da população considerada. Em geral quanto maior o problema, maior deve ser a população, embora a convergência se torne mais demorada.
- Pause On Error – Parâmetro que pode ser usado para forçar uma parada na rodada no caso da ocorrência de algum erro ou na célula objetivo, ou uma fórmula de consistência ou de condição de parada.

- Graph Progress – Caso a opção esteja habilitada, apresenta graficamente a evolução das respostas durante a rodada.
  - Update Display – Caso esteja desabilitado, permite uma maior velocidade de processamento, pois, inibe a atualização da tela durante a rodada.
  - Log Simulation Data – Se habilitado, permite o acompanhamento dos resultados através dos relatórios gerados pelo “software”.
  - Random Seed – Indica o uso ou não de um número inicial escolhido pelo operador para o gerador de números randômicos para a simulação.
  - Stop On Trials, Minutes, Change, Formula – Indica a condição ajustada para a parada da rodada. No caso de não haver nenhuma condição marcada, a rodada se processará até uma interrupção manual.
  - Simulation use same seed – Indica que todas as otimizações do mesmo modelo terão o mesmo resultado, caso não tenha havido nenhuma alteração no mesmo.
  - Simulation Stop – Indica qual foi o mecanismo que foi usado naquela rodada para a sua parada.
  - Stop Tolerance – No caso de do uso de convergência para monitorar a parada das iterações, pode-se inserir uma tolerância de modo a aumentar a velocidade de convergência. No caso em estudo optou-se pelo uso do número de simulações.
- MACROS – Não se utilizaram programas externos no modelo, mas essa opção pode ser usada e acompanhada através do relatório resumo.

#### 4.6.2 Balanço

Esta planilha tem como objetivo promover uma análise dos dados de entrada, fazendo uma verificação preliminar se existe ou não alguma resposta válida no modelo, através de um balanço de massa de cada petróleo considerado. Em outras palavras, verifica-se se a soma do estoque inicial com o volume recebido é maior ou igual ao consumido nos itens considerados. Caso o saldo em algum petróleo seja negativo a planilha informa essa impossibilidade.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	<b>Balanço Global</b>										
2											
3											
4	<b>PETRÓLEO</b>	<b>MARL</b>	<b>ALBA</b>	<b>SETE</b>	<b>BONN</b>	<b>PENN</b>	<b>RGNM</b>	<b>ESCA</b>	<b>SEMA</b>	<b>CEMA</b>	<b>URUC</b>
5	<b>Estoque inicial</b>	100	30	40	40	40	40	40	40	40	40
6	<b>Recebido</b>	310	450	60	60	0	0	0	0	0	0
7	<b>Enviado</b>	370	456	27	65	39	0	0	0	0	0
8	<b>Saldo</b>	40	24	73	35	1	40	40	40	40	40
9	<b>É positivo?</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10											
11											
12	<b>Existe pelo menos 1 solução viável</b>										

Figura 8 – Visão da planilha de verificação de viabilidade

#### 4.6.3 NT's

Nesta planilha são listados os dados referentes à previsão de chegada dos navios, como o nome do navio, o "ETA" do mesmo, o valor da sobreestadia considerado, a vazão de descarga e os petróleos carregados com os seus respectivos volumes.

Podem-se encontrar ainda, alguns parâmetro de cálculo do modelo, como o tempo de atracação considerado e o tempo necessário para o preparo do produto descarregado antes de seu bombeamento. Existem ainda três dados calculados, que seriam a data de início considerada, o tempo de descarga e os volumes totalizados por navio e por petróleo. A data de início é a mínima dos ETA's; o tempo de descarga é relativo à descarga total do navio e é calculado pela divisão do volume total pela vazão de descarga.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
1	<b>Chegada de navios</b>											
2	INÍCIO		15/Ago 00:00									
3												
4	Or	Nome	Eta	Sobreest. US\$/dia	Vazão Descarga	Tempo Descarga	TOTAL	MARL	ALBA	SETE	BONN	
5	1	Maraú	15/Ago 00:00	1.000,00	4	32,50	130	130				
6	2	Joinville	16/Ago 00:00	3.000,00	4	2,50	10		10			
7	3	Muriaé	18/Ago 00:00	1.000,00	4	62,50	250		250			
8	4	Athos	16/Ago 00:00	10.000,00	4	15,00	60			60		
9	5	Maracá	21/Ago 12:00	1.000,00	4	45,00	180	120			60	
10	6	Jundiá	19/Ago 06:43	10.000,00	4	30,00	120	60	60			
11	7	Almundaina	18/Ago 21:36	15.000,00	4	57,50	230		130			
12	8					-	0					
13	9					-	0					
14	10					-	0					
15	11					-	0					
16	12					-	0					
17	13					-	0					
18	14					-	0					
19	15					-	0					
20	16					-	0					
21	17					-	0					
22	18					-	0					
23	Totais recebidos								310	450	60	60
24												
25												
26												
27	<b>Parâmetros Fixos:</b>											
28	Tempo de atracação	06:00 hs										
29	Tempo de preparo	12:00 hs										
30												

**Figura 9 – Visão da planilha navios**

Nesta planilha foi introduzida a característica estocástica do problema, quando usamos as funções probabilísticas do pacote. De modo a delimitar o tamanho do sistema, optou-se por incluir apenas duas variáveis com essas funções.. No caso, o conteúdo das células C10 e C11 são respectivamente;

**RiskDiscrete({36390,5;36391,8};{0,4;0,6})** e **RiskDiscrete({36390;36393};{0,7;0,3})**

Onde 36390,5 – Corresponde data 1 = 18/08/1999 12:00

36391,8; - Corresponde data 2 = 19/08/1999 19:12

0,4 – Probabilidade de ocorrência da data 1

0,6 – Probabilidade de ocorrência da data 2

#### 4.6.4 Píeres



A planilha píeres, pode ser considerada o coração deste modelo, já que é nela em que as principais variáveis ajustadas se encontram, e os resultados econômicos de cada rodada são calculados, Certamente não é uma planilha de difícil compreensão, mas alguns esclarecimentos e convenções se fazem oportunos. Em toda a pasta, os campos em cor verde indicam que trata-se de uma célula ajustável, e os de cor amarela são células de entrada manual. Seguindo esse padrão, pode-se notar que a faixa M7:M24 se destina à ordenação dos navios (células ajustáveis) e as células G6; I6 e K6 são usadas na inicialização da liberação dos píeres para os navios considerados, já que no início de nossa simulação outros navios não considerados no modelo podem estar ocupando os píeres, impedindo o seu uso imediato. Todas as outras células da planilha são referenciadas, não havendo portanto outras com entrada manual. Existem ainda as células ajustáveis (M7:M24) que são preenchidas pelo otimizador (@RiskOptimizer). A seguir o conteúdo de cada célula calculada.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
4													
5							P1		P2		P3		
6	Sobreestadia					Início	Final	Início	Final	Início	Final		Posição
7	US\$	OR	Navios	Tempo	Eta	16/Ago 00:15	19/Ago 03:51	16/Ago 00:15	16/Ago 00:15	16/Ago 00:15	16/Ago 00:15	16/Ago 00:15	do Navio
8	-	1	Almundaina	6,3	18/Ago 21:36	16/Ago 00:15	19/Ago 03:51	16/Ago 00:15	16/Ago 06:30	16/Ago 00:15	16/Ago 00:15	16/Ago 00:15	6
9	31,25	2	Joinville	6,3	16/Ago 00:00	16/Ago 00:15	19/Ago 03:51	16/Ago 00:15	16/Ago 06:30	16/Ago 00:15	16/Ago 00:15	16/Ago 00:15	2
10	-	3	Maracá	6,3	21/Ago 12:00	16/Ago 00:15	19/Ago 03:51	16/Ago 00:15	16/Ago 06:30	18/Ago 00:15	21/Ago 18:15	16/Ago 00:15	5
11	2.708,33	4	Athos	6,3	16/Ago 00:00	16/Ago 06:30	19/Ago 03:51	16/Ago 06:30	16/Ago 12:45	16/Ago 06:30	21/Ago 18:15	16/Ago 00:15	4
12	-	5	Muriaé	6,3	18/Ago 00:00	16/Ago 12:45	19/Ago 03:51	16/Ago 12:45	18/Ago 06:15	16/Ago 12:45	21/Ago 18:15	16/Ago 00:15	3
13	3.260,42	6	Marauá	6,3	15/Ago 00:00	18/Ago 06:15	19/Ago 03:51	18/Ago 06:15	18/Ago 12:30	18/Ago 06:15	21/Ago 18:15	16/Ago 00:15	7
14	-	7	Jundiá	6,3	19/Ago 06:43	18/Ago 12:30	19/Ago 03:51	18/Ago 12:30	19/Ago 12:58	18/Ago 12:30	21/Ago 18:15	16/Ago 00:15	1
15	-	8		0	00/Jan 00:00	19/Ago 03:51	19/Ago 03:51	19/Ago 03:51	19/Ago 12:58	19/Ago 03:51	21/Ago 18:15	16/Ago 00:15	8
16	-	9		0	00/Jan 00:00	19/Ago 03:51	19/Ago 03:51	19/Ago 03:51	19/Ago 12:58	19/Ago 03:51	21/Ago 18:15	16/Ago 00:15	9
17	-	10		0	00/Jan 00:00	19/Ago 03:51	19/Ago 03:51	19/Ago 03:51	19/Ago 12:58	19/Ago 03:51	21/Ago 18:15	16/Ago 00:15	10
18	-	11		0	00/Jan 00:00	19/Ago 03:51	19/Ago 03:51	19/Ago 03:51	19/Ago 12:58	19/Ago 03:51	21/Ago 18:15	16/Ago 00:15	11
19	-	12		0	00/Jan 00:00	19/Ago 03:51	19/Ago 03:51	19/Ago 03:51	19/Ago 12:58	19/Ago 03:51	21/Ago 18:15	16/Ago 00:15	12
20	-	13		0	00/Jan 00:00	19/Ago 03:51	19/Ago 03:51	19/Ago 03:51	19/Ago 12:58	19/Ago 03:51	21/Ago 18:15	16/Ago 00:15	13
21	-	14		0	00/Jan 00:00	19/Ago 03:51	19/Ago 03:51	19/Ago 03:51	19/Ago 12:58	19/Ago 03:51	21/Ago 18:15	16/Ago 00:15	14
22	-	15		0	00/Jan 00:00	19/Ago 03:51	19/Ago 03:51	19/Ago 03:51	19/Ago 12:58	19/Ago 03:51	21/Ago 18:15	16/Ago 00:15	15
23	-	16		0	00/Jan 00:00	19/Ago 03:51	19/Ago 03:51	19/Ago 03:51	19/Ago 12:58	19/Ago 03:51	21/Ago 18:15	16/Ago 00:15	16
24	-	17		0	00/Jan 00:00	19/Ago 03:51	19/Ago 03:51	19/Ago 03:51	19/Ago 12:58	19/Ago 03:51	21/Ago 18:15	16/Ago 00:15	17
25	6.000,00	18		0	00/Jan 00:00	19/Ago 03:51	19/Ago 03:51	19/Ago 03:51	19/Ago 12:58	19/Ago 03:51	21/Ago 18:15	16/Ago 00:15	18
26													
27													
28													
29													

Figura 10 - Visão da planilha Píeres

- Sobreestadia (US\$/dia) (A7:A24) – Tem como objetivo indicar a valor em dólares do tempo entre a chegada do navio e o início efetivo de sua operação, Dependendo da ordem de operação, o

início da mesma será modificado, gerando uma diferença em relação à data de chegada (ETA). No caso da diferença ser positiva, caracteriza-se uma demora (em dias), que pode ser convertida para moeda através da sua multiplicação pelo valor da sobreestadia (US\$/dia). A fórmula contida em cada uma das células é do tipo;

`SE(C7=0;0;(SE(F7-E7<=0;0;F7-E7))*PROCV(B7;Desc_NTs!$B$5:$G$22;6;FALSO))`

- OR (B7:B24) – Números seqüenciais apenas com a finalidade de mostrar a ordem de operação dos navios, não possuindo qualquer fórmula.
- Navios (C7:C24) – Nome do navio obtido na planilha NTs, correspondente ao número gerado pelo otimizador nas células ajustáveis (M7:M24) que representam a posição do navio. A fórmula contida em cada célula é; `PROCV(B7;Desc_NTs!$B$5:$C$22;2;FALSO)`
- Tempo (D7:D24) – O tempo gasto para descarregar o navio que foi calculado na planilha NTs. `PROCV(B7;Desc_NTs!$B$5:$D$22;3;FALSO)`
- Eta (E7:E24) – A data prevista de chegada dos navios incluindo as variações probabilísticas representadas pelas funções do @RiskOptimizer referenciadas na planilha NTs. As fórmulas são; `PROCV(B7;Desc_NTs!$B$5:$E$22;4;FALSO)`
- Início/Fim para 3 píeres - A seguir, a planilha retrata a ocupação dos píeres dependendo da ordem de operação escolhida. A título de simplificação, a operação nos píeres é indiferente para cada navio e vice-versa. Desse modo, a alocação de um píer para um navio é feita de modo seqüencial, ou seja, a operação do navio da vez se dará no primeiro píer livre. Logo, o primeiro píer livre ocorre no menor valor entre as datas de liberação anteriores de cada píer. Assim, as colunas *Início* contêm a seguinte fórmula básica; `MÍNIMO($G6;$I6;$K6)`, enquanto que a fórmula básica que calcula o final da operação é função dos parâmetros relativos à operação do navio e sua vazão de descarga, sendo diferentes para cada píer. Para o final da operação do píer 1 a fórmula é;



**SE(G6=F7;SE(F7>\$E7;F7+\$D7/24;\$E7+\$D7/24);G6)** ; no píer 2 a fórmula é

**SE(E(I6=H7;G6<>F7);SE(H7>\$E7;H7+\$D7/24;\$E7+\$D7/24);I6)** e píer 3 é

**SE(E(K6=J7;G6<>F7;I6<>H7);SE(J7>\$E7;J7+\$D7/24;\$E7+\$D7/24);K6)**

#### 4.6.5 Desc\_NT

Funcionalmente, o objetivo dessa planilha é determinar a data na qual o petróleo descarregado pelo navio estará liberado para o bombeamento. Esse cálculo se faz necessário, para a identificar o estoque disponível de cada petróleo, viabilizando ou não as ordenações de itens sugeridas pelo modelo durante a rodada de otimização. Pode-se observar na planilha acima, por exemplo, que o sequenciamento de descarga de navios definida na planilha píeres, está indicando que o navio Jundiá será o sétimo a operar e os petróleos que carrega (MARL e ALBA). estarão disponíveis a partir de 20/Ago. Essa planilha pode ser considerada de uso interno ao modelo, já que não possui nenhuma entrada manual. A seguir o detalhamento das fórmulas.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1												
2												
3												
4	OR	Navios	Tempo p/ descarga de 25 mil m3	Eta	Reserva do Pier	US\$/dia	Dt referência	MARL	ALBA	SETE	BONN	
5	6	Maraú	6,25	15/Ago 00:00	18/Ago 06:15	1.000,00	19/Ago	130	0	0	0	
6	2	Joinville	6,25	16/Ago 00:00	16/Ago 00:15	3.000,00	17/Ago	0	10	0	0	
7	5	Muriaé	6,25	18/Ago 00:00	16/Ago 12:45	1.000,00	19/Ago	0	250	0	0	
8	4	Athos	6,25	16/Ago 00:00	16/Ago 06:30	10.000,00	17/Ago	0	0	60	0	
9	3	Maracá	6,25	21/Ago 12:00	16/Ago 00:15	1.000,00	23/Ago	120	0	0	60	
10	7	Jundiá	6,25	19/Ago 06:43	18/Ago 12:30	10.000,00	20/Ago	60	60	0	0	
11	1	Almundaina	6,25	18/Ago 21:36	16/Ago 00:15	15.000,00	20/Ago	0	130	0	0	
12	8	0	-	00/Jan 00:00	19/Ago 03:51	-	00/Jan	0	0	0	0	
13	9	0	-	00/Jan 00:00	19/Ago 03:51	-	00/Jan	0	0	0	0	
14	10	0	-	00/Jan 00:00	19/Ago 03:51	-	00/Jan	0	0	0	0	
15	11	0	-	00/Jan 00:00	19/Ago 03:51	-	00/Jan	0	0	0	0	
16	12	0	-	00/Jan 00:00	19/Ago 03:51	-	00/Jan	0	0	0	0	
17	13	0	-	00/Jan 00:00	19/Ago 03:51	-	00/Jan	0	0	0	0	
18	14	0	-	00/Jan 00:00	19/Ago 03:51	-	00/Jan	0	0	0	0	
19	15	0	-	00/Jan 00:00	19/Ago 03:51	-	00/Jan	0	0	0	0	
20	16	0	-	00/Jan 00:00	19/Ago 03:51	-	00/Jan	0	0	0	0	
21	17	0	-	00/Jan 00:00	19/Ago 03:51	-	00/Jan	0	0	0	0	
22	18	0	-	00/Jan 00:00	19/Ago 03:51	-	00/Jan	0	0	0	0	
23												
24												

Figura 11 – Visão da planilha Descarga dos Navios

- OR (B5:B22) – Ordem definida na planilha pieres pelo otimizador, considerando-se o nome do navio conforme a coluna C5:C22. Exemplificando, o NT Maraú será o sexto navio a operar conforme a situação representada na Figura 11.
  - **Pieres!M7**
- Navios (C5:C22)– Nome do navio que serve de base para obtenção dos outros dados da planilha.
  - **NTs!B5**
- Tempo p/ descarga de 25 mil m3 (D5:D22) – Calcula o tempo para descarregar os primeiros 25 mil m3 em função da vazão de descarga disponível do navio.
  - **SE(NTs!E5=0;0;25/NTs!E5)**
- ETA (E5:E22) – Obtido da planilha NTs
  - **NTs!C5**
- Reserva do Pier (F5:F22) – Dependendo da ordenação proposta em cada simulação, a data de operação do navio varia, sendo obtida portanto através dessa coluna.
  - **PROCV(B5;Pieres!\$B\$7:\$F\$24;5;FALSO)**
- US\$/dia (G5:G22) – Obtido da planilha NTs
  - **NTs!D5**
- Dt referência (H5:H22) – Campo que é o principal objetivo da planilha, ou seja, a determinação da data de liberação do petróleo para uso nas composições dos itens.
  - **SE(C5=0;0;ARRED(MAIOR(E5:F5;1)+NTs!\$D\$28+D5/24+NTs!\$D\$29;0))**
- MARL, ALBA, etc... (I5:U22) – Volumes transportados de cada cru pelos navios conforme planilha NTs.
  - **SE(\$C5=0;0;PROCV(\$C5;NTs!\$B\$5:\$T\$22;COL(NTs!H\$1)-1;FALSO))**



#### 4.6.6 Ent\_Gebast

Essa planilha funciona como uma evolução da descarga dos navios, explicitando a entrada de petróleo no terminal marítimo associado, tendo como parâmetros o tipo de óleo e o dia da sua liberação para uso na composição dos itens.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	<b>Recebimento de Crús no Gebast</b>								
				Dt	Dt	Dt	Dt	Dt	Dt
				referênci	referênci	referênci	referênci	referênci	referênci
2	Lin	Col		a	a	a	a	a	a
3				15/Ago	16/Ago	17/Ago	18/Ago	19/Ago	20/Ago
4	4	9	MARL	0	0	0	0	130	60
5	4	10	ALBA	0	0	10	0	250	190
6	4	11	SETE	0	0	60	0	0	0
7	4	12	BONN	0	0	0	0	0	0
8	4	13	PENN	0	0	0	0	0	0
9	4	14	RGNM	0	0	0	0	0	0
10	4	15	ESCA	0	0	0	0	0	0
11	4	16	SEMA	0	0	0	0	0	0
12	4	17	CEMA	0	0	0	0	0	0
13	4	18	URUC	0	0	0	0	0	0
14	4	19	SAHA	0	0	0	0	0	0
15	4	20	COAR	0	0	0	0	0	100
16	4	21	CANA	0	0	0	0	0	0
17									

**Figura 12 – Visão da planilha de recebimentos no terminal oceânico**

- Lin, Col (A4:B16) – Parâmetro usado apenas como artifício para facilitar a transformação automática dos tipos de petróleo definidos na planilha NTs de linha para coluna.
- Petróleos (C4:C16) – Utilizando-se dos parâmetros Lin e Col, traz o nome de cada um dos petróleos envolvidos no modelo para cálculo da evolução dos estoques no terminal Gebast.
  - **INDIRETO(ENDEREÇO(A4;B4;1;;"Desc\_NTs"))**
- Dt referência dd/mmm (D4:S16) – Esses campos contêm o volume total liberado de cada tipo de petróleo (coluna) e em cada dia relacionado (coluna).
  - **BDSOMA(Desc\_NTs!\$H\$4:\$U\$22;\$C4;D\$2:D\$3)**

#### 4.6.7 Ent\_Osxxx

Para cada oleoduto, são necessárias três diferentes planilhas. A Ent\_Osxxx trata-se da planilha onde são alimentados os dados de cada item demandado pelas refinarias que o compartilham., além dos campos destinados a indicar a ordem e o atraso de cada item. Como já mencionado anteriormente, os campos em amarelo são os que devem ser alimentados manualmente, enquanto que os em verde são para uso do "software" otimizador. Existem ainda dois campos em azul (G1:G2), que contêm a capacidade volumétrica do duto e o tempo gasto entre a entrada numa ponta e a chegada na outra de um item com volume superior ao do duto. Esse parâmetro é usado em outras fórmulas como será visto mais a frente. Os campos que têm entrada manual são;

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
2			INÍCIO	20/Ago 15:30		Tempo :	14,44					
3												
4	Atendimento	Item	Data máxima	Tempo hs	VAZÃO	TOTAL	Atraso	MARL	ALBA	SETE	BONN	
5	VERDADEIRO	1 TR01	23/Ago	14,44	4,5	65	0	39	26			
6	VERDADEIRO	3 TR02	25/Ago	14,44	4,5	65	0	39	26			
7	VERDADEIRO	8 TV01	27/Ago	14,44	4,5	65	0	26	39			
8	VERDADEIRO	6 TV02	25/Ago	14,44	4,5	65	0					65
9	VERDADEIRO	2 TV03	25/Ago	14,44	4,5	65	0	26				
10	VERDADEIRO	4 TV04	26/Ago	11,11	4,5	50	0	25	25			
11	VERDADEIRO	5 TV05	26/Ago	11,11	4,5	50	0	25	25			
12	VERDADEIRO	7 TV06	27/Ago	11,11	4,5	50	0	25	25			
13	VERDADEIRO	9 TV07	28/Ago	11,11	4,5	50	0	25	25			
14	VERDADEIRO	10 TV08	30/Ago	28,89	4,5	130	0	65	65			
15	VERDADEIRO	11		-	4,5	0	0					
16	VERDADEIRO	12		-	4,5	0	0					
17	VERDADEIRO	13		-	4,5	0	0					
18	VERDADEIRO	14		-	4,5	0	0					
19	VERDADEIRO	15		-	4,5	0	0					
20	VERDADEIRO	16		-	4,5	0	0					
21	VERDADEIRO	17		-	4,5	0	0					
22	VERDADEIRO	18		-	4,5	0	0					
23	VERDADEIRO						0	295	256	0	65	
24												
25	VERDADEIRO											

Figura 13 – Visão da planilha de envios dos itens para o duto

- Item (C5:C22) – Representa o TAG ou identificador do item. Por convenção, atribuiu-se às duas primeiras letras uma codificação que



- permite identificar o destino de cada item. No caso do oleoduto Osvat, os destinos podem ser Ref 1 (TR) ou Ref 2 (TV) e para o oleoduto Osbat tem-se para a Ref 3 (TS) ou ainda para a Ref 4 (TC).
- Data Máxima (D5:D22) – é a data máxima requerida pelas refinarias para o recebimento do item. Evidentemente esses dados são originados num outro sistema otimizador que determina as campanhas a serem cumpridas pelas unidades de destilação de cru das refinarias. Essa é a data máxima de recebimento do cru, e internamente à refinaria ainda é necessário um repouso adicional antes de poder ser processado.
  - Vazão (F5:F22) – Nesse campo, ocorreu mais uma simplificação do problema, já que a vazão de um item em um oleoduto é variável e dependente tanto do item anterior como do posterior, e aumentaria a complexidade do modelo, sem representar um ganho de precisão substancial. Portanto assumiu-se um valor constante de 4.5 mil m<sup>3</sup>/h como a vazão de todos os itens.
  - MARL, ALBA, ...Etc (I5:U22) – Campos que contêm os volumes de cada componente (petróleo) dos itens.
  - INÍCIO (D2) – Data e hora da liberação do oleoduto para a passagem do primeiro item da programação. É um número de inicialização do modelo.

Os demais campos calculados da planilha são os seguintes;

- Atendimento (A5:A23) – Tem como objetivo identificar se a data de chegada do item na refinaria atende à restrição de data-limite requerida. A célula A23 é um condensado de todas as outras, e só tem o conteúdo lógico igual a verdadeiro se todas as condições anteriores sejam verdadeiras, ou seja, todos os itens deveram ter atendidas as datas requeridas.

- SE(C5=0;VERDADEIRO;D5>PROCV(C5;Sai\_Osvat!\$C\$2:\$L\$19;9;FALSO))

- **E(A5:A22)** -> Teste condensado
- Tempo em horas (E5:E22) –Identifica o tempo de bombeamento de um item através da divisão entre o volume total do item e sua vazão.
  - **SE(F5=0;0;G5/F5)**
- Total (G5:G22) –Volume total dos itens, calculado pela soma dos volumes dos petróleos componentes.
  - **SOMA(I5:O5)**

Existem ainda os campos sob responsabilidade do otimizador, que são a ordem de entrada no oleoduto e o atraso ou parada do duto entre um determinado item e o anterior. A ordenação é evidentemente a variável principal, e o atraso é um mecanismo que permite ao modelo uma alternativa no caso de ocorrência de estoque negativo no terminal. Por uma questão de adequação da resposta do modelo, trata-se o atraso como uma variável inteira e igual a zero ou um (dia), pois caso contrário todos os atrasos seriam diferentes de zero por questões de precisão.

#### 4.6.8 Sai\_Osxxx

Essa planilha é a segunda das tres que compõem a caracterização de cada oleoduto e a que possui os cálculos mais complexos. Nesta planilha foram feitas as maiores simplificações de modo a não sobrecarregar o processamento do modelo. O seu principal objetivo é calcular a data de chegada do item à Refinaria, considerando-se a ordem proposta na simulação corrente. Através da determinação das datas de recebimento dos itens, pode-se verificar se a data máxima requerida foi atendida cumprindo às restrições propostas. Entre as considerações assumidas a título de simplificação, podem-se destacar as seguintes;



- *Não existência do "horo-sazonal"* – A maioria dos terminais, devido ao seu elevado consumo elétrico, não operam as bombas de transferência nos horários de pico, pois as concessionárias costumam criar taxas diferenciadas para esses horários, tornando os bombeamentos nesse período anti-econômicos. A introdução do conceito no modelo, proporcionaria um aumento da complexidade, mas não traria grandes prejuízos aos objetivos do estudo.
- *O item não pode ser dividido* – Na prática, muitas são as vezes em que os itens são bombeados fracionados, otimizando-se o uso do oleoduto. No caso do estudo, consideramos que o item deva ser bombeado por inteiro.
- *Uma vez iniciado o bombeamento, o mesmo continua até o fim.* – Ou seja, não são previstas interrupções nos bombeamentos após os mesmo iniciados. No mundo real, muitas são as vezes em que um bombeamento é interrompido durante a sua movimentação. Além das interrupções causadas por falhas em equipamentos, outras podem ser causadas durante a troca de tanques que armazenam os componentes que serão misturados em linha<sup>21</sup>.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
	Atraso	OR	Item	Tempo de bombeamento	Tempo restante	Volume	Tempo p/ completar volume do duto (hs)	Início Origem	Final Origem	Início Destino	Final Destino	Dt referência	MARL	ALBA
1														
2	0	1	TR01	14,44	145,56	65,00	-	20/Ago 15:30	21/Ago 05:56	21/Ago 05:56	21/Ago 20:23	20/Ago	39	26
3	0	2	TV03	14,44	131,11	65,00	-	21/Ago 05:56	21/Ago 20:23	21/Ago 20:23	22/Ago 10:50	21/Ago	26	0
4	0	3	TR02	14,44	116,67	65,00	-	21/Ago 20:23	22/Ago 10:50	22/Ago 10:50	23/Ago 01:16	21/Ago	39	26
5	0	4	TV04	11,11	102,22	50,00	3,33	22/Ago 10:50	22/Ago 21:56	23/Ago 01:16	23/Ago 12:23	22/Ago	25	25
6	0	5	TV05	11,11	91,11	50,00	3,33	22/Ago 21:56	23/Ago 09:03	23/Ago 12:23	23/Ago 23:30	22/Ago	25	25
7	0	6	TV02	14,44	80,00	65,00	-	23/Ago 09:03	23/Ago 23:30	23/Ago 23:30	24/Ago 13:56	23/Ago	0	0
8	0	7	TV06	11,11	65,56	50,00	3,33	23/Ago 23:30	24/Ago 10:36	24/Ago 13:56	25/Ago 01:03	23/Ago	25	:25
9	0	8	TV01	14,44	54,44	65,00	-	24/Ago 10:36	25/Ago 01:03	25/Ago 01:03	25/Ago 15:30	24/Ago	26	:39
10	0	9	TV07	11,11	40,00	50,00	3,33	25/Ago 01:03	25/Ago 12:10	25/Ago 15:30	26/Ago 02:36	25/Ago	25	:25
11	0	10	TV08	28,89	28,89	130,00	-	25/Ago 12:10	26/Ago 17:03	26/Ago 02:36	27/Ago 07:30	25/Ago	65	:65
12	0	11	0	-	-	-	-	26/Ago 17:03	26/Ago 17:03			26/Ago	0	0
13	0	12	0	-	-	-	-	26/Ago 17:03	26/Ago 17:03			26/Ago	0	0
14	0	13	0	-	-	-	-	26/Ago 17:03	26/Ago 17:03			26/Ago	0	0
15	0	14	0	-	-	-	-	26/Ago 17:03	26/Ago 17:03			26/Ago	0	0
16	0	15	0	-	-	-	-	26/Ago 17:03	26/Ago 17:03			26/Ago	0	0
17	0	16	0	-	-	-	-	26/Ago 17:03	26/Ago 17:03			26/Ago	0	0
18	0	17	0	-	-	-	-	26/Ago 17:03	26/Ago 17:03			26/Ago	0	0
19	0	18	0	-	-	-	-	26/Ago 17:03	26/Ago 17:03			26/Ago	0	0
20	1													

Figura 14 – Visão da planilha que calcula as datas de chegada dos itens ao destino

A planilha pode ser caracterizada como interna ao modelo, já que não possui nenhuma entrada manual, e seu dados estão divididos em 3 grupos; (fixos, importados e calculados). Os dados fixos, são os representados pela coluna "OR" (B2:B19) e trata-se apenas da numeração seqüencial que indica o sequenciamento de entrada no oleoduto conforme proposto pelo modelo e definido na planilha Ent\_Osxxx. Os dados importados são selecionados de outras planilhas do modelo, sempre relacionados a coluna "OR". As suas definições e fórmulas são as seguintes;

- Atraso (A2:A19) –

`SE(É.NÃO.DISP(PROCV(C2;Ent_Osvat!$C$5:$H$22;6;FALSO));0;PROCV(C2;Ent_Osvat!$C$5:$H$22;6;FALSO))`

- Item (C2:C19)– `PROCV(B2;Ent_Osvat!$B$5:$C$22;2;FALSO)`

- Tempo de bombeamento (D2:D19) –

`PROCV(B2;Ent_Osvat!$B$5:$E$22;4;FALSO)`

- Volume (F2:F19) – `PROCV(B2;Ent_Osvat!$B$5:$G$22;6;FALSO)`

- MARL, ALBA, etc... (M2:Y19) -

`SE($C2=0;0;PROCV($C2;Ent_Osvat!$C$5:$U$22;COL(M$4)-6;FALSO))`

Dentre os dados mais importantes da planilha, estão os cálculos das datas de início da saída do terminal, início da chegada na refinaria, final do envio e final do recebimento. Essas datas são a rigor, dependentes dos itens anteriores e posteriores em termos de vazão e portanto de difícil cálculo sem o uso de programas específicos. Como mencionado anteriormente optou-se pela simplificação em detrimento da precisão. As fórmulas dos campos calculados estão descritas na seqüência;



- Volume p/ completar o volume do duto (E2:E19) – Não tem função interna na planilha, servindo apenas como um dado adicional ao operador, completando a informação de tempo complementar,
  - `SE(OU(F2=0;F2>=Ent_Osbat!$G$1);0;Ent_Osbat!$G$1-Sai_Osbat!F2)`
- Tempo p/ completar o volume do duto (G2:G19) - Campo usado como cálculo intermediário da data e hora do início da chegada do item no destino.
  - `SE(OU(F2>=Ent_Osbat!$G$1;F2=0);0;(Ent_Osbat!$G$1-F2)/PROCV(B2;Ent_Osbat!$B$5:$G$22;5;FALSO))`
- Início Origem (H2:H19)– Existe uma diferenciação na fórmula da primeira célula do “range” (H2) em relação às demais em função da inicialização do problema. O campo indica a data e hora do início do bombeamento do item correspondente na sua origem, que consiste da soma entre o término do item anterior acrescido de um eventual atraso definido na coluna “A”. No caso do item inicial, (H2), a fórmula se refere ao início da liberação do duto para a programação definida na planilha Ent\_Osxxx
  - `Ent_Osbat!D2+A2` ->(H2)
  - `I2+A3` -> (H3:H19)
- Final da Origem (I2:I19) – Indica a data e hora do fim do bombeamento do item referido na origem, e como foi assumido que uma vez iniciada a movimentação do item, a mesma seria feita sem interrupções, o resultado é obtido através da soma do tempo de bombeamento (D2:D19) em dias com a data e hora do início do mesmo
  - `H2+D2/24`
- Início do destino (J2:J19) - Cálculo depende do volume do item e do atrasos e volume do item subsequente. A título de simplificação, conforme já citado anteriormente, introduziu-se uma restrição tal que o volume de qualquer item tem que ser maior que 50 % do volume

do oleoduto, desta forma caso o primeiro item não tenha volume suficiente para conseguir chegar ao nó oposto durante o seu bombeamento, a chegada estará garantida com a movimentação do seguinte, sendo somente necessário portanto, se somar o início do bombeamento do item subsequente, ao tempo necessário para a movimentação do volume complementar.

- `SE(C2=0;"";SE(G2=0;Ent_Osbat!$G$2/24+H2;H3+G2/24))`

➤ Final do Destino (K2:K19) – Contém a data e hora calculada de chegada completa do item no seu destino. No caso do item ser o último da programação, considera-se que o término da chegada do item será igual à data e hora do final do bombeamento do item acrescida do tempo padrão de deslocamento do duto.

- `SE(J2="";"";SE(J3="" ;I2+Ent_Osbat!$G$2/24;J3))`

➤ Dt referência (L2:L19) – É a data que caracteriza o uso do componente na produção do item. É representada pelo arredondamento da data de início do bombeamento do item na sua origem.

- `SE(ÉNÚM(H2);ARREDONDAR.PARA.BAIXO(H2/0);0)`

#### 4.6.9 C\_osxxx

Trata-se de uma planilha que consolida o envio dos itens definidos nas planilhas Sai\_Osxx em seus componentes e datas inteiras de ocorrência. É a planilha que proporciona ao modelo a obtenção do estoque diário por componente através da execução do balanço diário (Figura 15).



	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	<b>Consumo no Osvat</b>								
2		Dt referência	Dt referência	Dt referência	Dt referência	Dt referência	Dt referência	Dt referência	Dt referência
3		15/Ago	16/Ago	17/Ago	18/Ago	19/Ago	20/Ago	21/Ago	22/Ago
4	MARL	0	0	0	0	0	25	65	64
5	ALBA	0	0	0	0	0	25	26	51
6	SETE	0	0	0	0	0	0	0	0
7	BONN	0	0	0	0	0	0	0	0
8	PENN	0	0	0	0	0	0	39	0
9	RGNM	0	0	0	0	0	0	0	0
10	ESCA	0	0	0	0	0	0	0	0
11	SEMA	0	0	0	0	0	0	0	0
12	CEMA	0	0	0	0	0	0	0	0
13	URUC	0	0	0	0	0	0	0	0
14	SAHA	0	0	0	0	0	0	0	0
15	COAR	0	0	0	0	0	0	0	0
16	CANA	0	0	0	0	0	0	0	0

**Figura 15 – Visão da planilha de saídas do terminal oceânico**

As fórmulas são funções de banco de dados do excel (BDSOMA), onde a banco de dados é a planilha Sai\_Osxxx, os critérios são as duas primeiras linhas da tabela (B2:Q3) e o campo a ser buscado é o da coluna A (A4:A16).

A seguir as fórmulas dos diferentes campos;

- Petróleos (A4:A16) – São os nomes dos petróleos disponíveis no modelo e são obtidos da planilha Ent\_Gebast
  - **Ent\_Gebast!C4** -> Conteúdo da célula A4
- Datas de referência (B2:Q3) A primeira linha deve ser sempre o texto "Dt referência" e a segunda linha o sequenciamento de datas a partir da data do início do modelo (NTs!C2).
  - **B3+1** -> Conteúdo da célula C3

➤ Volumes acumulados de petróleo consumidos por componente por dia.

- **BDSOMA(Sai\_Osvat!\$L\$1:\$Y\$19;\$A4;B\$2:B\$3)** -> Conteúdo da célula B4

#### 4.6.10 Est\_Gebast

É a planilha que calcula o balanço diário por componente, tendo por objetivo identificar eventuais estoques negativos nos petróleos, evidenciando a não viabilidade do conjunto de variáveis ajustáveis no momento em análise. Essa planilha também é o lugar onde o operador introduz os valores de estoques de abertura (iniciais) de cada petróleo no terminal marítimo e o balanço é obtido através da soma dos estoques iniciais com os volumes recebidos das descargas dos navios e subtraindo-se os valores consumidos pela movimentação dos itens nos oleodutos.

Basicamente, essa planilha (Figura 16) usa uma única fórmula na sua confecção, que é exatamente a representação do balanço global no terminal e seu detalhamento básico que podem ser vistos na representação da célula C4 -> **B4+Ent\_Gebast!D4-C\_Osvat!B4-C\_Osbat!B4.** É importante ressaltar, que o número de parcelas subtrativas será igual ao número de oleodutos do sistema. No modelo do estudo, foram configurados dois oleodutos.

Nessa planilha, deve-se notar que a faixa (E1:G1) contém três datas diferentes. Uma delas (E1) é obtida da planilha navios, e indica a menor data de chegada de um navio, enquanto que as outras são a indicação da liberação de cada duto para início de movimentação, sendo portanto, tantas quantos forem os dutos do sistema. A planilha define a menor delas como data de referência para início do balanço na célula C3.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	<b>Estoque no Gebast</b>				15/Ago	20/Ago	20/Ago	
2		Estoque Abertura	Dt referência	Dt referência	Dt referência	Dt referência	Dt referência	Dt referência
3		15/Ago	15/Ago	16/Ago	17/Ago	18/Ago	19/Ago	20/Ago
4	MARL	100	100	100	100	100	230	240
5	ALBA	30	30	30	40	40	290	455
6	SETE	40	40	40	100	100	100	91
7	BONN	40	40	40	40	40	40	40
8	PENN	40	40	40	40	40	40	40
9	RGNM	40	40	40	40	40	40	40
10	ESCA	40	40	40	40	40	40	40
11	SEMA	40	40	40	40	40	40	40
12	CEMA	40	40	40	40	40	40	40
13	URUC	40	40	40	40	40	40	40
14	SAHA	40	40	40	40	40	40	40
15	COAR	40	40	40	40	40	40	140
16	CANA	40	40	40	40	40	40	40
17								

**Figura 16 – Estoque resultante no terminal oceânico**

A coluna B (B4:B16) está reservada para a transposição do estoque inicial por componente disponível no terminal marítimo. Tem a cor amarela por se tratar de campo com alimentação manual.



## 5 RESULTADOS OBTIDOS

Neste capítulo serão discutidos os critérios de seleção dos dados iniciais do problema proposto, tomando esse conjunto como base para alterações específicas que tem como fundamento avaliar as respostas do modelo ao problema proposto, verificando condições de convergência e identificação de melhoria de parâmetros do “software”, bem como possíveis limitações do modelo. Um dos fatos observados durante as rodadas de teste e validação, foi que não foi possível obter-se nenhuma convergência quando o conjunto de dados iniciais proposto ao modelo, indicava alguma restrição não atendida. Esse fato foi verificado inclusive numa rodada que teve uma duração de 12 h, e mesmo assim não se conseguiu uma única rodada válida em aproximadamente 80.000 diferentes arranjos dos dados de entrada.

Para melhorar as rodadas do sistema através da redução do tempo de processamento exigido, diminuiu-se o número de variáveis ajustáveis em algumas rodadas, considerando-se os atrasos entre os itens nos oleodutos, fixos e iguais a zero. Com essa alteração, o modelo foi impedido de usar o artifício de introduzir um atraso no duto para anular um efeito de um estoque negativo no terminal marítimo, restando apenas a alteração no sequenciamento de navios e itens como mecanismo de busca do valor ótimo. Essa modificação, tornou o modelo mais ágil e com isto foi possível incrementar a análise dos resultados. Como o que se deseja é que não haja parada nos oleodutos, pode-se usar essa alternativa para diminuir folgas existentes nas datas máximas requeridas, desde que se obtenha um melhor resultado financeiro nas operações de descarga.

Existiu a preocupação de que o conjunto de dados escolhidos estivesse dentro de uma conjuntura bem ajustada à realidade, de modo a verificar se o modelo possuía uma boa representatividade. Os navios escolhidos foram os listados na tabela abaixo.



Nome	Eta	Sobreest. US\$/dia	Vazão Descarga (mil m3/h)
Maraú	15/Ago 00:00	1.000,00	4
Athos	16/Ago 00:00	10.000,00	4
Joinville	16/Ago 00:00	3.000,00	4
Muriaé	18/Ago 00:00	1.000,00	4
Jundiá	19/Ago 06:43	10.000,00	4
Maracá	21/Ago 12:00	1.000,00	4
Almundaina	18/Ago 21:36	15.000,00	4

**Figura 17 - Atributos principais dos navios**

As datas previstas de chegada dos navios representadas na tabela acima, são representadas ou pelo seu valor absoluto no caso de datas consideradas determinísticas, ou pela média, no caso das datas consideradas como variável aleatória segundo a distribuição de probabilidades definida. Para o caso, escolheu-se a distribuição discreta, usando duas datas possíveis e uma probabilidade associada a cada uma delas. Essa escolha parece adequada, já que normalmente nos terminais marítimos existe uma hora-limite para atracar o navio no porto de destino ou desatracá-lo no porto de origem. No caso do navio chegar ao terminal após essa hora limite, a sua atracação fica para o dia seguinte. No grupo acima escolhemos como variáveis as datas de chegada dos navios; Almundaina e Jundiá. Para o Almundaina a sua "ETA" pode ser 18/Ago com 70% (setenta) de probabilidade e 21/Ago com 30% de probabilidade, enquanto que o Jundiá possui 40% de probabilidade de chegar no dia 18/Ago às 12:00 e 60% para o dia 19/Ago às 19:12. O valor representado na célula do modelo representa a média da distribuição, apesar de não pertencer ao conjunto resposta possível.

As cargas dos navios também foram definidas dentro de valores observados na prática. Os volumes e tipos de petróleo dos navios não sofreram alteração em nenhuma rodada, permanecendo os mesmos durante o processo de validação.

Um outro grupo de dados usados como inicialização do modelo são as datas disponíveis para a primeira utilização dos píeres (Tabela) e oleodutos. Também essas informações se mantiveram constantes durante todas as rodadas do modelo. Foram definidas as composições dos itens e a suas datas-limite de chegada nas refinarias tentando-se respeitar os tempos usuais de processamento.

P1		P2		P3	
Início	Final	Início	Final	Início	Final
	16/Ago 00:15		16/Ago 00:15		16/Ago 00:15

**Figura 18 - Datas de inicialização dos píeres**

Com o desenvolvimento do modelo, e da definição do cenário inicial, poder-se-iam introduzir outras variáveis estocásticas no problema, tornando o processo mais perto da problemática real. Devido às restrições de processamento e espetacular aumento das possibilidades, optou-se por limitar a apenas duas as variáveis probabilísticas conforme mencionado acima.

Os resultados obtidos com o modelo foram satisfatórios (Figura 19) e quando os dados iniciais produziam um conjunto de respostas que atendia todas as restrições, o algoritmo usado pelo @RiskOptimizer se mostrou eficiente e com convergência e repetibilidade aceitáveis. Por outro lado, nos casos em que os dados iniciais não atendiam a alguma restrição, as rodadas não convergiram, mesmo com tempos de processamento substancialmente aumentados. Durante diversas rodadas obtiveram-se resultados que o "software" entendia como válidos e quando analisados, notou-se que no item de não negatividade dos estoques no Gebast, existiam estoques negativos, contrariando as restrições determinadas. Esse problema levou a uma certa insegurança preliminar sobre a validade das outras rodadas. Verificando-se mais detalhadamente o que poderia ter causado tal distorção nas respostas, observou-se que poderia se tratar de uma limitação do sistema, cuja dimensão ainda não foi totalmente

mapeada, mas o “software” não consegue verificar o valor de todas as variáveis, quando seus endereços são passados através de um “range” muito grande.

RUN	Valid Sims	Total Sims	Original Value	Best Value Found	Occurred on trial #	Time to find this value	Optimization Started At	Optimization Finished At	Total Optimization Time
#1: 10/04/00 15:55:19	49	100	15,79	1,68	42	0:33	15:08	15:48	0:39
#2: 10/04/00 16:39:32	24	49	15,53	1,64	20	0:10	16:25	16:39	0:13
#3: 10/04/00 17:01:01	41	84	14,93	1,44	25	0:14	16:41	17:00	0:19
#4: 10/04/00 17:08:14	6	13	15,63	6,23	6	0:03	17:04	17:08	0:03
#5: 10/04/00 17:39:18	11	22	40,83	4,08	1	0:00	17:31	17:39	0:07
#6: 10/04/00 18:18:29	81	167	77,75	1,31	22	0:11	17:47	18:18	0:30
#7: 10/04/00 18:53:46	59	120	75,92	2,22	15	0:07	18:23	18:53	0:30
#8: 02/07/00 16:42:50	69	136	70,70	3,47	67	0:28	14:58	15:28	0:30
#9: 03/07/00 17:50:39	92	180	36,51	3,54	46	0:21	17:19	17:50	0:30
#10: 04/07/00 07:15:25	0	80456	N/A	N/A	N/A	N/A	20:25	7:14	10:49
#11: 04/07/00 14:10:40	415	824	37,41	1,15	298	1:13	12:32	14:10	1:37
#12: 04/07/00 15:31:42	481	963	40,76	1,15	140	0:28	14:18	15:31	1:12
#13: 04/07/00 15:58:38	135	267	26,66	1,15	72	0:16	15:36	15:58	0:22
#14: 04/07/00 18:32:55	421	819	41,95	1,15	188	1:03	16:00	18:32	2:32
#15: 05/07/00 12:11:09	318	640	40,59	1,15	271	0:48	11:17	12:10	0:53
#16: 05/07/00 13:09:14	129	258	37,12	1,15	114	0:19	12:47	13:08	0:20
#17: 05/07/00 14:30:13	502	1004	45,97	1,41	296	0:46	13:16	14:30	1:13
#18: 06/07/00 00:03:12	620	1267	40,04	1,15	584	2:32	21:18	0:02	2:44
#19: 11/07/00 09:24:33	65	133	41,56	6,00	56	0:13	9:06	9:24	0:15
#20: 23/07/00 15:53:58	310	648	38,47	7,90	216	0:42	14:50	15:53	1:03
#21: 05/08/00 11:15:19	0	2013	N/A	N/A	N/A	N/A	10:56	11:15	0:18
#22: 05/08/00 12:00:28	0	2064	N/A	N/A	N/A	N/A	11:35	12:00	0:23
#23: 05/08/00 13:05:12	296	615	38,86	1,15	182	0:35	12:16	13:05	0:48
#24: 05/08/00 16:27:21	296	613	42,36	1,41	271	1:09	15:14	16:27	1:12
#25: 25/04/01 13:57:33	461	961	38,06	1,15	189	0:33	12:56	13:57	1:00
#26: 25/04/01 16:23:08	468	959	64,84	1,15	100	0:17	14:49	16:22	1:33
#27: 31/08/01 10:15:56	107	226	27,75	1,41	105	0:18	9:54	10:15	0:19

**Figura 19 - Quadro resumo das rodadas**

Esse fato se comprovou em rodadas nas quais acrescentaram-se restrições duais em células que apresentavam valores negativos em rodadas consideradas válidas, e embora o teste da restrição representada por um grande range de células estivesse indicando que a mesma havia sido atingida, as outras restrições inseridas como células individuais mostravam que deveriam ter sido rejeitadas. Como o fato só foi observado na restrição de não negatividade do estoque do Gebast, apesar de outras também estivessem representadas por um range de células, concluiu-se que existe um limite interno máximo para o tamanho do range. Uma outra deficiência observada do “software” @RiskOptimizer é na apresentação dos resultados do valor original e do valor otimizado da função objetivo no relatório “RISKOptimizer Summary”, onde não existe a vírgula decimal,

proporcionando, no caso de só se usar o referido relatório como fonte, números sem comparabilidade. Exemplificando a questão, na rodada #19, o valor da função objetivo original, era US\$ 48.327,50 e o resultado otimizado calculado pelo modelo foi de US\$ 6.000,00, considerando-se a formatação usada pelo excel, enquanto que no relatório acima referido, os valores eram respectivamente, escritos como;

415.635.416.666.199 e

599.999.999.994.179.

Apenas observando-se os valores acima, fica impossível concluir o real valor de cada número. Esse problema poderia tornar o relatório inútil, mas o programa, convenientemente permite a restauração dos resultados, tanto os originais quanto o valor otimizado na planilha, desde que não tenha havido alterações no modelo, contornando parcialmente o problema interno. O “software” está na versão 1.0, e portanto é normal existir alguns “BUGS”. Na média conseguiu-se chegar ao valor “ótimo” em uma média de 40 minutos, o que se considerou razoável para o tamanho do problema.



## 6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Esse trabalho se propôs a delinear uma possível solução para problemas de uso diário, que envolvem decisões operacionais, que normalmente são tomadas de modo intuitivo, sem um devido respaldo matemático. De um modo geral o trabalho contempla uma simplificação da realidade, procurando através de um caso ajustado demonstrar a utilidade de uma ferramenta de apoio à decisão como esta. O trabalho teve como premissa básica o uso de um modelo desenvolvido em excel, exatamente pela sua grande utilização entre as pessoas com atribuições nas áreas de programação, bem como da sua facilidade de integração com bases de dados de diferentes fontes. Respostas às questões de seqüenciamento são geralmente resolvidas através de algoritmos genéticos, onde não se obtém necessariamente a resposta “ótima” como numa modelagem matemática, mas consegue-se uma boa resposta. Na maioria dos casos, é exatamente esse o tipo de resposta que o programador espera, pois o horizonte de tempo disponível é sempre muito curto e o objetivo é viabilizar o atendimento das restrições em primeiro lugar e somente numa segunda etapa é tentada alguma otimização. Normalmente este cenário é carregado de incertezas e o uso de um modelo determinístico leva a respostas inadequadas e muitas vezes se apostar em “ótimos” pontuais pode custar o não atendimento de premissas básicas como, por exemplo, o envio de um item contando com a chegada de um navio como fato certo, pode tornar o resultado obtido muito pior aquele alcançado através de processos manuais.

Considerando-se as ponderações acima, acredito que uma das maiores contribuições que o trabalho introduz, é demonstrar que é possível o uso de ferramentas de baixo custo e de conhecimento geral, na resolução de problemas que normalmente exigiriam o apoio de equipes de PO (programação operacional), bem como a demonstração que mesmo se considerando um número significativo de simplificações o modelo pode reagir com aderência aceitável aos problemas reais.

Existem certamente vários pontos a serem aprofundados para o uso regular num ambiente real de decisões, permitindo o uso do modelo para a obtenção de valores absolutos e não apenas relativos. A título de sugestão, alguns desses pontos podem ser os seguintes;

- Produzir um apoio à configuração de modelos mais complexos, como definir o número de oleodutos, píeres, considerando limitações individuais como Calado<sup>22</sup> e Loa<sup>23</sup>,
- Introduzir um maior refinamento nos cálculos de movimentação em dutos,
- Permitir a existência de terminais terrestres intermediários e assim permitir o recebimento de matéria prima também por dutos,
- Considerar a possibilidade de operação pulmão nos terminais terrestres intermediários,
- Aumentar da capacidade de processamento do hardware e uso da ferramenta @Risk Accelerator, que permite a descentralização do processamento das simulações, através do uso distribuído de uma rede de computadores,
- Descer a configuração ao nível de tanques, permitindo decidir a forma de descarga de cada navio definindo quais os tanques a serem considerados e seus volumes respectivos, bem como a sua participação na formação dos itens.
- Considerar a existência de horo-sazonal nos terminais para cálculo das datas de chegada e partida dos itens nos oleodutos.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [AS77] ACKOFF, Russel L.; SASIENI, Maurice W.. *Pesquisa Operacional*. Livros Técnicos e Científicos, 1977. Cap. 2, 3, 15, 16.
- [AK96] AKBAY, Kunter S.. *Using simulation optimization to find the best solution*. IIE Solutions, May 1996 v28 n5 p24(6).
- [JB98] BANKS, Jerry. *Handbook of Simulation – Principles, Methodology, Advances, Applications, and Practice*. USA: John Wiley & Sons, Inc., 1998. 849 p.
- [ROPT] PALISADE. *RiskOptimizer, Optimization with Simulation for Microsoft Excel*. Release 1.0, November/1998.
- [PD99] PRADO, Darcy Santos do. *Teoria das Filas e da Simulação*. Belo Horizonte – MG: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1999.
- [SR95] SOUZA, Celso Luiz S. P. de. *Integrated Logistic Model Applied to the Optimization of Operational Cycle in an Oil Product Pipeline System*. In: Conferência Internacional sobre Logística Industrial, Dezembro/1995, Ouro Preto – Brasil.
- [WA97] WINSTON, Wayne L.; ALBRIGHT, S. Christian. *Practical Management Science – Spreadsheet Modeling and Applications*. USA: Wadsworth Publishing Company, 1997. 796 p.
- [WW96] WINSTON, Wayne L.. *Simulation Modeling Using @Risk*. USA: Wadsworth Publishing Company, 1996. 230 p.
- [HR93] HANE, Christopher A.; RATLIFF, H. Donald. *Sequencing Inputs to Multi-Commodity Pipelines*. October, 15, 1993
- [CE95] CAMPONOVARA, Eduardo. *A-Teams para um Problema de Transporte de Derivados de Petróleo*. Campinas: UNICAMP, 1995. 185 p. Tese (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto de Matemática, Estatística e Ciência da Computação – Unicamp.

- [RF89] RILA, F. *Pesquisa Operacional*. Rio de Janeiro – RJ: Apostila do Curso de Especialização em Engenharia Econômica e Administração Industrial da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, 1989.
- [LK00] LAW, Averill M.; KELTON, W. David. *Simulation Modeling and Analysis – Third Edition*. New York: McGraw-Hill, 2000.
- [NB75 ] NAYLOR, Thomas H.; BALINTFY, Joseph L.; BURDICK, Donald S.; CHU, Kong. *Técnicas de Simulação em Computadores*. Rio de Janeiro – RJ: Vozes, 1975.
- [MC97] CHRISTOPHER, Martin. *Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos – Estratégias para a Redução de Custos e Melhoria dos Serviços*. São Paulo – SP: Pioneira 1997.
- [AN94] ALVARENGA, Antonio Carlos; NOVAES, Antonio Galvão N.. *Logística Aplicada – Suprimento e Distribuição Física*. São Paulo – SP: Pioneira 1994.



# 8 ANEXOS

## 8.1 Anexo I - Sumário das rodadas (planilha em Excel 2000)

A	D	E	F	G	H
RUN	#3: 10/04/00 17:01:01	#4: 10/04/00 17:08:14	#5: 10/04/00 17:39:18	#6: 10/04/00 18:18:29	#7: 10/04/00 18:53:46
Cell to Optimize	Pieres!\$A\$25	Pieres!\$A\$25	Pieres!\$A\$25	Pieres!\$A\$25	Pieres!\$A\$25
Optimization Goal	Minimum Mean	Minimum Mean	Minimum Mean	Minimum Mean	Minimum Mean
<b>RESULTS</b>					
Valid Sims	41	6	11	81	59
Total Sims	84	13	22	167	120
Original Value	149.265.624.999.734	156.343.749.999.745	408.333.333.331.393	777.499.999.994.761	759.166.666.661.622
Soft constraint penalties	0	0	0	0	0
Result	149.265.624.999.734	156.343.749.999.745	408.333.333.331.393	777.499.999.994.761	759.166.666.661.622
Best Value Found	144.343.749.999.745	622.777.777.776.355	408.333.333.331.393	131.249.999.998.545	221.874.999.997.817
Soft constraint penalties	0	0	0	0	0
Result	144.343.749.999.745	622.777.777.776.355	408.333.333.331.393	131.249.999.998.545	221.874.999.997.817
Occurred on trial #	25	6	1	22	15
Time to find this value	00:14:04	00:03:22	00:00:21	00:11:45	00:07:01
Stopped Because	Halted by User	Halted by User	Halted by User	30 minutes elapsed	30 minutes elapsed
Optimization Started At	16:41:24	17:04:12	17:31:36	17:47:57	18:23:17
Optimization Finished At	17:00:53	17:08:07	17:39:06	18:18:10	18:53:30
Total Optimization Time	00:19:19	00:03:46	00:07:15	00:30:06	00:30:05
Adjustable Cell	Pieres!\$M\$7	Pieres!\$M\$7	Pieres!\$M\$7	Pieres!\$M\$7	Pieres!\$M\$7
Original	7	7	3	3	3
Best	7	3	3	3	3
Adjustable Cell	Pieres!\$M\$8	Pieres!\$M\$8	Pieres!\$M\$8	Pieres!\$M\$8	Pieres!\$M\$8
Original	6	6	6	7	7
Best	6	6	6	5	2
Adjustable Cell	Pieres!\$M\$9	Pieres!\$M\$9	Pieres!\$M\$9	Pieres!\$M\$9	Pieres!\$M\$9
Original	5	5	2	2	2
Best	5	2	2	1	7
Adjustable Cell	Pieres!\$M\$10	Pieres!\$M\$10	Pieres!\$M\$10	Pieres!\$M\$10	Pieres!\$M\$10
Original	4	4	4	4	4
Best	4	4	4	2	4
Adjustable Cell	Pieres!\$M\$11	Pieres!\$M\$11	Pieres!\$M\$11	Pieres!\$M\$11	Pieres!\$M\$11
Original	3	3	7	1	1
Best	3	7	7	4	6
Adjustable Cell	Pieres!\$M\$12	Pieres!\$M\$12	Pieres!\$M\$12	Pieres!\$M\$12	Pieres!\$M\$12
Original	2	2	5	5	5

	A	D	E	F	G	H
1	RUN	#3: 10/04/00 17:01:01	#4: 10/04/00 17:08:14	#5: 10/04/00 17:39:18	#6: 10/04/00 18:18:29	#7: 10/04/00 18:53:46
37	BEST	2	5	5	7	5
38	Adjustable Cell	Pieres:\$M\$13	Pieres:\$M\$13	Pieres:\$M\$13	Pieres:\$M\$13	Pieres:\$M\$13
39	ORIGINAL	1	1	1	6	6
40	BEST	1	1	1	6	1
41	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$B\$5	Ent_Osvat!\$B\$5	Ent_Osvat!\$B\$5	Ent_Osvat!\$B\$5	Ent_Osvat!\$B\$5
42	ORIGINAL	1	1	1	1	1
43	BEST	1	1	1	3	1
44	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$B\$6	Ent_Osvat!\$B\$6	Ent_Osvat!\$B\$6	Ent_Osvat!\$B\$6	Ent_Osvat!\$B\$6
45	ORIGINAL	2	2	3	3	3
46	BEST	2	3	3	1	3
47	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$B\$7	Ent_Osvat!\$B\$7	Ent_Osvat!\$B\$7	Ent_Osvat!\$B\$7	Ent_Osvat!\$B\$7
48	ORIGINAL	8	7	7	7	7
49	BEST	7	7	7	7	8
50	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$B\$8	Ent_Osvat!\$B\$8	Ent_Osvat!\$B\$8	Ent_Osvat!\$B\$8	Ent_Osvat!\$B\$8
51	ORIGINAL	5	5	5	5	5
52	BEST	5	5	5	6	5
53	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$B\$9	Ent_Osvat!\$B\$9	Ent_Osvat!\$B\$9	Ent_Osvat!\$B\$9	Ent_Osvat!\$B\$9
54	ORIGINAL	4	4	4	4	4
55	BEST	4	4	4	4	4
56	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$B\$10	Ent_Osvat!\$B\$10	Ent_Osvat!\$B\$10	Ent_Osvat!\$B\$10	Ent_Osvat!\$B\$10
57	ORIGINAL	7	8	8	8	8
58	BEST	8	8	8	8	7
59	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$B\$11	Ent_Osvat!\$B\$11	Ent_Osvat!\$B\$11	Ent_Osvat!\$B\$11	Ent_Osvat!\$B\$11
60	ORIGINAL	3	3	2	2	2
61	BEST	3	2	2	2	2
62	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$B\$12	Ent_Osvat!\$B\$12	Ent_Osvat!\$B\$12	Ent_Osvat!\$B\$12	Ent_Osvat!\$B\$12
63	ORIGINAL	6	6	6	6	6
64	BEST	6	6	6	5	6
65	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$B\$13	Ent_Osvat!\$B\$13	Ent_Osvat!\$B\$13	Ent_Osvat!\$B\$13	Ent_Osvat!\$B\$13
66	ORIGINAL	9	9	9	9	9
67	BEST	9	9	9	9	9
68	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$B\$14	Ent_Osvat!\$B\$14	Ent_Osvat!\$B\$14	Ent_Osvat!\$B\$14	Ent_Osvat!\$B\$14
69	ORIGINAL	10	10	10	10	10
70	BEST	10	10	10	10	10
71	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$B\$5	Ent_Osvat!\$B\$5	Ent_Osvat!\$B\$5	Ent_Osvat!\$B\$5	Ent_Osvat!\$B\$5

	A	D	E	F	G	H
1	RUN	#3: 10/04/00 17:01:01	#4: 10/04/00 17:08:14	#5: 10/04/00 17:39:18	#6: 10/04/00 18:18:29	#7: 10/04/00 18:53:46
72	ORIGINAL	1	1	1	1	1
73	BEST	1	1	1	1	1
74	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$6	Ent_Osbat!\$B\$6	Ent_Osbat!\$B\$6	Ent_Osbat!\$B\$6	Ent_Osbat!\$B\$6
75	ORIGINAL	2	2	2	2	2
76	BEST	2	2	2	2	3
77	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$7	Ent_Osbat!\$B\$7	Ent_Osbat!\$B\$7	Ent_Osbat!\$B\$7	Ent_Osbat!\$B\$7
78	ORIGINAL	4	4	5	5	5
79	BEST	4	5	5	5	5
80	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$8	Ent_Osbat!\$B\$8	Ent_Osbat!\$B\$8	Ent_Osbat!\$B\$8	Ent_Osbat!\$B\$8
81	ORIGINAL	5	5	7	7	7
82	BEST	5	7	7	7	7
83	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$9	Ent_Osbat!\$B\$9	Ent_Osbat!\$B\$9	Ent_Osbat!\$B\$9	Ent_Osbat!\$B\$9
84	ORIGINAL	7	7	4	4	4
85	BEST	7	4	4	6	4
86	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$10	Ent_Osbat!\$B\$10	Ent_Osbat!\$B\$10	Ent_Osbat!\$B\$10	Ent_Osbat!\$B\$10
87	ORIGINAL	10	10	10	10	10
88	BEST	10	10	10	3	10
89	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$11	Ent_Osbat!\$B\$11	Ent_Osbat!\$B\$11	Ent_Osbat!\$B\$11	Ent_Osbat!\$B\$11
90	ORIGINAL	11	11	11	11	11
91	BEST	11	11	11	11	11
92	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$12	Ent_Osbat!\$B\$12	Ent_Osbat!\$B\$12	Ent_Osbat!\$B\$12	Ent_Osbat!\$B\$12
93	ORIGINAL	3	3	3	3	3
94	BEST	3	3	3	10	2
95	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$13	Ent_Osbat!\$B\$13	Ent_Osbat!\$B\$13	Ent_Osbat!\$B\$13	Ent_Osbat!\$B\$13
96	ORIGINAL	6	6	6	6	6
97	BEST	6	6	6	4	6
98	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$14	Ent_Osbat!\$B\$14	Ent_Osbat!\$B\$14	Ent_Osbat!\$B\$14	Ent_Osbat!\$B\$14
99	ORIGINAL	8	8	8	8	8
100	BEST	8	8	8	8	8
101	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$15	Ent_Osbat!\$B\$15	Ent_Osbat!\$B\$15	Ent_Osbat!\$B\$15	Ent_Osbat!\$B\$15
102	ORIGINAL	9	9	9	9	9
103	BEST	9	9	9	9	9
104	Adjustable Cell					
105	ORIGINAL					
106	BEST					

	A	D	E	F	G	H
1	RUN	#3: 10/04/00 17:01:01	#4: 10/04/00 17:08:14	#5: 10/04/00 17:39:18	#6: 10/04/00 18:18:29	#7: 10/04/00 18:53:46
107	Adjustable Cell					
108	ORIGINAL					
109	BEST					
110	Adjustable Cell					
111	ORIGINAL					
112	BEST					
113	Adjustable Cell					
114	ORIGINAL					
115	BEST					
116	Adjustable Cell					
117	ORIGINAL					
118	BEST					
119	Adjustable Cell					
120	ORIGINAL					
121	BEST					
122	Adjustable Cell					
123	ORIGINAL					
124	BEST					
125	Adjustable Cell					
126	ORIGINAL					
127	BEST					
128	Adjustable Cell					
129	ORIGINAL					
130	BEST					
131	Adjustable Cell					
132	ORIGINAL					
133	BEST					
134	Adjustable Cell					
135	ORIGINAL					
136	BEST					
137	Adjustable Cell					
138	ORIGINAL					
139	BEST					
140	Adjustable Cell					
141	ORIGINAL					



	A	D	E	F	G	H
1	RUN	#3: 10/04/00 17:01:01	#4: 10/04/00 17:08:14	#5: 10/04/00 17:39:18	#6: 10/04/00 18:18:29	#7: 10/04/00 18:53:46
142	BEST					
143	Adjustable Cell					
144	ORIGINAL					
145	BEST					
146	Adjustable Cell					
147	ORIGINAL					
148	BEST					
149	Adjustable Cell					
150	ORIGINAL					
151	BEST					
152	Adjustable Cell					
153	ORIGINAL					
154	BEST					
155	Adjustable Cell					
156	ORIGINAL					
157	BEST					
158	Adjustable Cell					
159	ORIGINAL					
160	BEST					
161	Adjustable Cell					
162	ORIGINAL					
163	BEST					
164	Adjustable Cell					
165	ORIGINAL					
166	BEST					
167						
168	CONSTRAINTS					
169	Description	Atende due data do Osvat	Atende due data do Osvat	Atende due data do Osvat	Atende due data do Osvat	Atende due data do Osvat
170	Definition	=(Ent_Osvat!\$A\$23)	=(Ent_Osvat!\$A\$23)	=(Ent_Osvat!\$A\$23)	=(Ent_Osvat!\$A\$23)	=(Ent_Osvat!\$A\$23)
171	Constraint Type	HARD/SIM	HARD/SIM	HARD/SIM	HARD/SIM	HARD/SIM
172	Satisfied for % of Sims	61,90%	61,54%	63,64%	62,87%	60,00%
173	Satisfied for % of Valid Sims	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
174	Penalty Function	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
175	Penalty of Best Result	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
176	Description	Atendimento due date osbat	Atendimento due date osbat	Atendimento due date osbat	Atendimento due date osbat	Atendimento due date osbat

	A	D	E	F	G	H
1	RUN	#3: 10/04/00 17:01:01	#4: 10/04/00 17:08:14	#5: 10/04/00 17:39:18	#6: 10/04/00 18:18:29	#7: 10/04/00 18:53:46
177	Definition	=(Ent_Osbat!\$A\$23)	=(Ent_Osbat!\$A\$23)	=(Ent_Osbat!\$A\$23)	=(Ent_Osbat!\$A\$23)	=(Ent_Osbat!\$A\$23)
178	Constraint Type	HARD/SIM	HARD/SIM	HARD/SIM	HARD/SIM	HARD/SIM
179	Satisfied for % of Sims	57,14%	61,54%	59,09%	61,08%	64,17%
180	Satisfied for % of Valid Sims	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
181	Penalty Function	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
182	Penalty of Best Result	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
183	Description	Estoque positivos	Estoque positivos	Estoque positivos	Estoque positivos	Estoque positivos
184	Definition	0 <= Est_Gebast!\$B\$4:\$Q\$16	0 <= Est_Gebast!\$B\$4:\$Q\$16	0 <= Est_Gebast!\$B\$4:\$Q\$16	0 <= Est_Gebast!\$B\$4:\$Q\$16	0 <= Est_Gebast!\$B\$4:\$Q\$16
185	Constraint Type	HARD/ITER	HARD/ITER	HARD/ITER	HARD/ITER	HARD/ITER
186	Satisfied for % of Sims	98,81%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
187	Satisfied for % of Valid Sims	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
188	Penalty Function	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
189	Penalty of Best Result	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
190	Description					
191	Definition					
192	Constraint Type					
193	Satisfied for % of Sims					
194	Satisfied for % of Valid Sims					
195	Penalty Function					
196	Penalty of Best Result					
197	Description					
198	Definition					
199	Constraint Type					
200	Satisfied for % of Sims					
201	Satisfied for % of Valid Sims					
202	Penalty Function					
203	Penalty of Best Result					
204	Description					
205	Definition					
206	Constraint Type					
207	Satisfied for % of Sims					
208	Satisfied for % of Valid Sims					
209	Penalty Function					
210	Penalty of Best Result					
211	Description					

A		D		E		F		G		H	
1	RUN	#3: 10/04/00 17:01:01	#4: 10/04/00 17:08:14	#5: 10/04/00 17:39:18	#6: 10/04/00 18:18:29	#7: 10/04/00 18:53:46					
212	Definition										
213	Constraint Type										
214	Satisfied for % of Sims										
215	Satisfied for % of Valid Sims										
216	Penalty Function										
217	Penalty of Best Result										
218											
219	ADJUSTABLE CELLS										
220	Description	Sequenciamento de NTs	Sequenciamento de NTs	Sequenciamento de NTs	Sequenciamento de NTs	Sequenciamento de NTs	Sequenciamento de NTs	Sequenciamento de NTs	Sequenciamento de NTs	Sequenciamento de NTs	Sequenciamento de NTs
221	Solving Method	ORDER	ORDER	ORDER	ORDER	ORDER	ORDER	ORDER	ORDER	ORDER	ORDER
222	Number of Time Blocks	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
223	Const/Prec Range	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
224	Mutation Rate	auto	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
225	Crossover Rate	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
226	Input Cell/Range Constraint	Pierres:\$M\$7:\$M\$13	Pierres:\$M\$7:\$M\$13	Pierres:\$M\$7:\$M\$13	Pierres:\$M\$7:\$M\$13	Pierres:\$M\$7:\$M\$13	Pierres:\$M\$7:\$M\$13	Pierres:\$M\$7:\$M\$13	Pierres:\$M\$7:\$M\$13	Pierres:\$M\$7:\$M\$13	Pierres:\$M\$7:\$M\$13
227	Operator #1 (score)										
228	Operator #2 (score)										
229	Operator #3 (score)										
230	Operator #4 (score)										
231	Description	Sequencia no Osvat	Sequencia no Osvat	Sequencia no Osvat	Sequencia no Osvat	Sequencia no Osvat	Sequencia no Osvat	Sequencia no Osvat	Sequencia no Osvat	Sequencia no Osvat	Sequencia no Osvat
232	Solving Method	ORDER	ORDER	ORDER	ORDER	ORDER	ORDER	ORDER	ORDER	ORDER	ORDER
233	Number of Time Blocks	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
234	Const/Prec Range	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
235	Mutation Rate	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto
236	Crossover Rate	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
237	Input Cell/Range Constraint	Ent_Osvat!\$B\$5:\$B\$14	Ent_Osvat!\$B\$5:\$B\$14	Ent_Osvat!\$B\$5:\$B\$14	Ent_Osvat!\$B\$5:\$B\$14	Ent_Osvat!\$B\$5:\$B\$14	Ent_Osvat!\$B\$5:\$B\$14	Ent_Osvat!\$B\$5:\$B\$14	Ent_Osvat!\$B\$5:\$B\$14	Ent_Osvat!\$B\$5:\$B\$14	Ent_Osvat!\$B\$5:\$B\$14
238	Description	Sequencia do Osvat	Sequencia do Osvat	Sequencia do Osvat	Sequencia do Osvat	Sequencia do Osvat	Sequencia do Osvat	Sequencia do Osvat	Sequencia do Osvat	Sequencia do Osvat	Sequencia do Osvat
239	Solving Method	ORDER	ORDER	ORDER	ORDER	ORDER	ORDER	ORDER	ORDER	ORDER	ORDER
240	Number of Time Blocks	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
241	Const/Prec Range	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
242	Mutation Rate	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto
243	Crossover Rate	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
244	Input Cell/Range Constraint	Ent_Osvat!\$B\$5:\$B\$15	Ent_Osvat!\$B\$5:\$B\$15	Ent_Osvat!\$B\$5:\$B\$15	Ent_Osvat!\$B\$5:\$B\$15	Ent_Osvat!\$B\$5:\$B\$15	Ent_Osvat!\$B\$5:\$B\$15	Ent_Osvat!\$B\$5:\$B\$15	Ent_Osvat!\$B\$5:\$B\$15	Ent_Osvat!\$B\$5:\$B\$15	Ent_Osvat!\$B\$5:\$B\$15
245	Description	Sequencia do Osvat	Sequencia do Osvat	Sequencia do Osvat	Sequencia do Osvat	Sequencia do Osvat	Sequencia do Osvat	Sequencia do Osvat	Sequencia do Osvat	Sequencia do Osvat	Sequencia do Osvat
246	Solving Method	ORDER	ORDER	ORDER	ORDER	ORDER	ORDER	ORDER	ORDER	ORDER	ORDER

	A	D	E	F	G	H
1	RUN	#3: 10/04/00 17:01:01	#4: 10/04/00 17:08:14	#5: 10/04/00 17:39:18	#6: 10/04/00 18:18:29	#7: 10/04/00 18:53:46
247	Number of Time Blocks					
248	Const/Prec Range					
249	Mutation Rate					
250	Crossover Rate					
251	Input Cell/Range Constraint					
252	Input Cell/Range Constraint					
253						
254	OPTIONS					
255	Population Size	70	70	70	70	70
256	Pause On Error	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
257	Graph Progress	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
258	Update Display	On	On	On	On	On
259	Log Simulation Data	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO
260	Random Seed	23374847 (Randomly Chosen)	24760416 (Randomly Chosen)	26402290 (Randomly Chosen)	27384208 (Randomly Chosen)	29500214 (Randomly Chosen)
261	Stop On Trials	100	100	100	500	500
262	Stop On Minutes	30	30	30	30	30
263	Stop On Change	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
264	Stop On Formula	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
265	Simulation Sampling Type	Latin Hypercube	Monte Carlo	Monte Carlo	Monte Carlo	Latin Hypercube
266	Simulations Use Same Seed	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
267	Simulations Stop	After 20 Iterations	After 20 Iterations	After 20 Iterations	After 20 Iterations	After 20 Iterations
268	Stop Tolerance	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
269						
270	MACROS					
271	Start Of Optimization	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
272	Before Simulation	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
273	Before Iteration/Recalc	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
274	After Iteration/Recalc	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
275	After Simulation	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
276	After Storage	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
277	End Of Optimization	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
278						



	A	I	J	K	L	M
	#8: 02/07/00 16:42:50	#9: 03/07/00 17:50:39	#10: 04/07/00 07:15:25	#11: 04/07/00 14:10:40	#12: 04/07/00 15:31:42	
1	RUN					
2	Cell to Optimize	Pierres:\$A\$25	Pierres:\$A\$25	Pierres:\$A\$25	Pierres:\$A\$25	Pierres:\$A\$25
3	Optimization Goal	Minimum Mean	Minimum Mean	Minimum Mean	Minimum Mean	Minimum Mean
4						
5	RESULTS					
6	Valid Sims	69	92	0	415	481
7	Total Sims	136	180	80456	824	963
8	Original Value	707.031,249.991,087	365.083.333.329.967	N/A	374.083.333.329.982	40.758.333.333.004
9	+ soft constraint penalties	0	0	0	0	0
10	= result	707.031,249.991,087	365.083.333.329.967	N/A	374.083.333.329.982	40.758.333.333.004
11	Best Value Found	347.083.333.329.938	353.583.333.329.952	N/A	114.583.333.329.938	114.583.333.329.938
12	+ soft constraint penalties	0	0	0	0	0
13	= result	347.083.333.329.938	353.583.333.329.952	N/A	114.583.333.329.938	114.583.333.329.938
14	Occurred on trial #	67	46	N/A	298	140
15	Time to find this value	00:28:58	00:21:51	N/A	01:13:24	00:28:37
16	Stopped Because	30 minutes elapsed	30 minutes elapsed	Halting by User	Halting by User	Halting by User
17	Optimization Started At	14:58:29	17:19:58	20:25:36	12:32:28	14:18:53
18	Optimization Finished At	15:28:45	17:50:09	07:14:57	14:10:25	15:31:35
19	Total Optimization Time	00:30:08	00:30:02	10:49:14	01:37:49	01:12:34
20	Adjustable Cell	Pierres:\$M\$7	Pierres:\$M\$7	Pierres:\$M\$7	Pierres:\$M\$7	Pierres:\$M\$7
21	ORIGINAL	1	7	7	7	7
22	BEST	7	7	7	1	1
23	Adjustable Cell	Pierres:\$M\$8	Pierres:\$M\$8	Pierres:\$M\$8	Pierres:\$M\$8	Pierres:\$M\$8
24	ORIGINAL	2	3	3	3	3
25	BEST	3	3	3	3	2
26	Adjustable Cell	Pierres:\$M\$9	Pierres:\$M\$9	Pierres:\$M\$9	Pierres:\$M\$9	Pierres:\$M\$9
27	ORIGINAL	3	4	5	5	5
28	BEST	4	4	5	4	4
29	Adjustable Cell	Pierres:\$M\$10	Pierres:\$M\$10	Pierres:\$M\$10	Pierres:\$M\$10	Pierres:\$M\$10
30	ORIGINAL	4	2	2	2	2
31	BEST	2	2	2	2	3
32	Adjustable Cell	Pierres:\$M\$11	Pierres:\$M\$11	Pierres:\$M\$11	Pierres:\$M\$11	Pierres:\$M\$11
33	ORIGINAL	5	5	1	1	1
34	BEST	5	5	1	7	6
35	Adjustable Cell	Pierres:\$M\$12	Pierres:\$M\$12	Pierres:\$M\$12	Pierres:\$M\$12	Pierres:\$M\$12
36	ORIGINAL	6	6	6	6	6

	A	I	J	K	L	M
1	RUN	#8: 02/07/00 16:42:50	#9: 03/07/00 17:50:39	#10: 04/07/00 07:15:25	#11: 04/07/00 14:10:40	#12: 04/07/00 15:31:42
37	BEST	6	6	6	6	7
38	Adjustable Cell	Pieres!\$M\$13	Pieres!\$M\$13	Pieres!\$M\$13	Pieres!\$M\$13	Pieres!\$M\$13
39	ORIGINAL	7	1	4	4	4
40	BEST	1	1	4	5	5
41	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$B\$5	Ent_Osvat!\$B\$5	Ent_Osvat!\$B\$5	Ent_Osvat!\$B\$5	Ent_Osvat!\$B\$5
42	ORIGINAL	1	1	1	1	1
43	BEST	1	1	1	2	1
44	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$B\$6	Ent_Osvat!\$B\$6	Ent_Osvat!\$B\$6	Ent_Osvat!\$B\$6	Ent_Osvat!\$B\$6
45	ORIGINAL	3	3	2	2	2
46	BEST	3	3	2	3	6
47	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$B\$7	Ent_Osvat!\$B\$7	Ent_Osvat!\$B\$7	Ent_Osvat!\$B\$7	Ent_Osvat!\$B\$7
48	ORIGINAL	8	8	8	8	8
49	BEST	8	8	8	8	7
50	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$B\$8	Ent_Osvat!\$B\$8	Ent_Osvat!\$B\$8	Ent_Osvat!\$B\$8	Ent_Osvat!\$B\$8
51	ORIGINAL	5	5	7	6	6
52	BEST	5	5	7	1	2
53	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$B\$9	Ent_Osvat!\$B\$9	Ent_Osvat!\$B\$9	Ent_Osvat!\$B\$9	Ent_Osvat!\$B\$9
54	ORIGINAL	4	6	3	3	3
55	BEST	6	6	3	5	3
56	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$B\$10	Ent_Osvat!\$B\$10	Ent_Osvat!\$B\$10	Ent_Osvat!\$B\$10	Ent_Osvat!\$B\$10
57	ORIGINAL	7	7	4	4	4
58	BEST	7	7	4	4	4
59	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$B\$11	Ent_Osvat!\$B\$11	Ent_Osvat!\$B\$11	Ent_Osvat!\$B\$11	Ent_Osvat!\$B\$11
60	ORIGINAL	2	2	5	5	5
61	BEST	2	2	5	7	8
62	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$B\$12	Ent_Osvat!\$B\$12	Ent_Osvat!\$B\$12	Ent_Osvat!\$B\$12	Ent_Osvat!\$B\$12
63	ORIGINAL	6	4	6	7	7
64	BEST	4	4	6	6	5
65	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$B\$13	Ent_Osvat!\$B\$13	Ent_Osvat!\$B\$13	Ent_Osvat!\$B\$13	Ent_Osvat!\$B\$13
66	ORIGINAL	9	9	9	9	9
67	BEST	9	9	9	10	9
68	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$B\$14	Ent_Osvat!\$B\$14	Ent_Osvat!\$B\$14	Ent_Osvat!\$B\$14	Ent_Osvat!\$B\$14
69	ORIGINAL	10	10	10	10	10
70	BEST	10	10	10	9	10
71	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$B\$5	Ent_Osvat!\$B\$5	Ent_Osvat!\$B\$5	Ent_Osvat!\$B\$5	Ent_Osvat!\$B\$5

	A	I	J	K	L	M
1	RUN	#8: 02/07/00 16:42:50	#9: 03/07/00 17:50:39	#10: 04/07/00 07:15:25	#11: 04/07/00 14:10:40	#12: 04/07/00 15:31:42
72	ORIGINAL	1	1	1	1	1
73	BEST	1	1	1	1	1
74	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$6	Ent_Osbat!\$B\$6	Ent_Osbat!\$B\$6	Ent_Osbat!\$B\$6	Ent_Osbat!\$B\$6
75	ORIGINAL	3	3	3	3	3
76	BEST	3	3	3	3	3
77	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$7	Ent_Osbat!\$B\$7	Ent_Osbat!\$B\$7	Ent_Osbat!\$B\$7	Ent_Osbat!\$B\$7
78	ORIGINAL	5	4	4	4	4
79	BEST	4	4	4	4	4
80	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$8	Ent_Osbat!\$B\$8	Ent_Osbat!\$B\$8	Ent_Osbat!\$B\$8	Ent_Osbat!\$B\$8
81	ORIGINAL	7	2	2	2	2
82	BEST	2	2	2	2	2
83	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$9	Ent_Osbat!\$B\$9	Ent_Osbat!\$B\$9	Ent_Osbat!\$B\$9	Ent_Osbat!\$B\$9
84	ORIGINAL	4	5	5	5	5
85	BEST	5	5	5	7	5
86	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$10	Ent_Osbat!\$B\$10	Ent_Osbat!\$B\$10	Ent_Osbat!\$B\$10	Ent_Osbat!\$B\$10
87	ORIGINAL	10	10	10	10	10
88	BEST	10	10	10	10	7
89	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$11	Ent_Osbat!\$B\$11	Ent_Osbat!\$B\$11	Ent_Osbat!\$B\$11	Ent_Osbat!\$B\$11
90	ORIGINAL	11	11	11	11	11
91	BEST	11	11	11	11	11
92	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$12	Ent_Osbat!\$B\$12	Ent_Osbat!\$B\$12	Ent_Osbat!\$B\$12	Ent_Osbat!\$B\$12
93	ORIGINAL	2	7	7	7	7
94	BEST	7	7	7	9	9
95	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$13	Ent_Osbat!\$B\$13	Ent_Osbat!\$B\$13	Ent_Osbat!\$B\$13	Ent_Osbat!\$B\$13
96	ORIGINAL	6	6	6	6	6
97	BEST	6	6	6	8	6
98	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$14	Ent_Osbat!\$B\$14	Ent_Osbat!\$B\$14	Ent_Osbat!\$B\$14	Ent_Osbat!\$B\$14
99	ORIGINAL	8	8	8	8	8
100	BEST	8	8	8	6	8
101	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$15	Ent_Osbat!\$B\$15	Ent_Osbat!\$B\$15	Ent_Osbat!\$B\$15	Ent_Osbat!\$B\$15
102	ORIGINAL	9	9	9	9	9
103	BEST	9	9	9	5	10
104	Adjustable Cell					
105	ORIGINAL					
106	BEST					

	A	I	J	K	L	M
1	RUN	#8: 02/07/00 16:42:50	#9: 03/07/00 17:50:39	#10: 04/07/00 07:15:25	#11: 04/07/00 14:10:40	#12: 04/07/00 15:31:42
107	Adjustable Cell					
108	ORIGINAL					
109	BEST					
110	Adjustable Cell					
111	ORIGINAL					
112	BEST					
113	Adjustable Cell					
114	ORIGINAL					
115	BEST					
116	Adjustable Cell					
117	ORIGINAL					
118	BEST					
119	Adjustable Cell					
120	ORIGINAL					
121	BEST					
122	Adjustable Cell					
123	ORIGINAL					
124	BEST					
125	Adjustable Cell					
126	ORIGINAL					
127	BEST					
128	Adjustable Cell					
129	ORIGINAL					
130	BEST					
131	Adjustable Cell					
132	ORIGINAL					
133	BEST					
134	Adjustable Cell					
135	ORIGINAL					
136	BEST					
137	Adjustable Cell					
138	ORIGINAL					
139	BEST					
140	Adjustable Cell					
141	ORIGINAL					



	A	I	J	K	L	M
1	RUN	#8: 02/07/00 16:42:50	#9: 03/07/00 17:50:39	#10: 04/07/00 07:15:25	#11: 04/07/00 14:10:40	#12: 04/07/00 15:31:42
142	BEST					
143	Adjustable Cell					
144	ORIGINAL					
145	BEST					
146	Adjustable Cell					
147	ORIGINAL					
148	BEST					
149	Adjustable Cell					
150	ORIGINAL					
151	BEST					
152	Adjustable Cell					
153	ORIGINAL					
154	BEST					
155	Adjustable Cell					
156	ORIGINAL					
157	BEST					
158	Adjustable Cell					
159	ORIGINAL					
160	BEST					
161	Adjustable Cell					
162	ORIGINAL					
163	BEST					
164	Adjustable Cell					
165	ORIGINAL					
166	BEST					
167						
168	CONSTRAINTS					
169	Description	Atende due data do Osvat	Atende due data do Osvat	Atende due data do Osvat	Atende due data do Osvat	Atende due data do Osvat
170	Definition	=(Ent_Osvat!\$A\$23)	=(Ent_Osvat!\$A\$23)	=(Ent_Osvat!\$A\$23)	=(Ent_Osvat!\$A\$23)	=(Ent_Osvat!\$A\$23)
171	Constraint Type	HARD/SIM	HARD/SIM	HARD/ITER	HARD/ITER	HARD/ITER
172	Satisfied for % of Sims	62,50%	62,78%	0,48%	62,62%	63,14%
173	Satisfied for % of Valid Sims	100,00%	100,00%	N/A	100,00%	100,00%
174	Penalty Function	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
175	Penalty of Best Result	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
176	Description	Atendimento due date osbat	Atendimento due date osbat	Atendimento due date osbat	Atendimento due date osbat	Atendimento due date osbat

	A	I	J	K	L	M
1	RUN	#8: 02/07/00 16:42:50	#9: 03/07/00 17:50:39	#10: 04/07/00 07:15:25	#11: 04/07/00 14:10:40	#12: 04/07/00 15:31:42
177	Definition	=(Ent_Osbat!\$A\$23)	=(Ent_Osbat!\$A\$23)	=(Ent_Osbat!\$A\$23)	=(Ent_Osbat!\$A\$23)	=(Ent_Osbat!\$A\$23)
178	Constraint Type	HARD/SIM	HARD/SIM	HARD/ITER	HARD/ITER	HARD/ITER
179	Satisfied for % of Sims	58,82%	60,56%	0,11%	62,86%	60,64%
180	Satisfied for % of Valid Sims	100,00%	100,00%	N/A	100,00%	100,00%
181	Penalty Function	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
182	Penalty of Best Result	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
183	Description	Estoque positivos	Estoque positivos	Estoque positivos	Estoque positivos	Estoque positivos
184	Definition	0 <= Est_Gebast!\$B\$4:\$Q\$16	0 <= Est_Gebast!\$B\$4:\$Q\$16	0 <= Est_Gebast!\$B\$4:\$Q\$16	0 <= Est_Gebast!\$B\$4:\$Q\$16	0 <= Est_Gebast!\$B\$4:\$Q\$16
185	Constraint Type	HARD/ITER	HARD/ITER	HARD/ITER	HARD/ITER	HARD/ITER
186	Satisfied for % of Sims	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
187	Satisfied for % of Valid Sims	100,00%	100,00%	N/A	100,00%	100,00%
188	Penalty Function	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
189	Penalty of Best Result	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
190	Description					
191	Definition					
192	Constraint Type					
193	Satisfied for % of Sims					
194	Satisfied for % of Valid Sims					
195	Penalty Function					
196	Penalty of Best Result					
197	Description					
198	Definition					
199	Constraint Type					
200	Satisfied for % of Sims					
201	Satisfied for % of Valid Sims					
202	Penalty Function					
203	Penalty of Best Result					
204	Description					
205	Definition					
206	Constraint Type					
207	Satisfied for % of Sims					
208	Satisfied for % of Valid Sims					
209	Penalty Function					
210	Penalty of Best Result					
211	Description					

	A	I	J	K	L	M
1	RUN	#8: 02/07/00 16:42:50	#9: 03/07/00 17:50:39	#10: 04/07/00 07:15:25	#11: 04/07/00 14:10:40	#12: 04/07/00 15:31:42
212	Definition					
213	Constraint Type					
214	Satisfied for % of Sims					
215	Satisfied for % of Valid Sims					
216	Penalty Function					
217	Penalty of Best Result					
218						
219	ADJUSTABLE CELLS					
220	Description	Sequenciamento de NTs	Sequenciamento de NTs	Sequenciamento de NTs	Sequenciamento de NTs	Sequenciamento de NTs
221	Solving Method	ORDER	ORDER	ORDER	ORDER	ORDER
222	Number of Time Blocks	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
223	Const/Prec Range	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
224	Mutation Rate	auto	auto	auto	auto	auto
225	Crossover Rate	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
226	Input Cell/Range Constraint	Pieresi\$M\$7:\$M\$13	Pieresi\$M\$7:\$M\$13	Pieresi\$M\$7:\$M\$13	Pieresi\$M\$7:\$M\$13	Pieresi\$M\$7:\$M\$13
227	Operator #1 (score)	Default parent selection (0)	Default parent selection (0)	Default parent selection (0)	Default parent selection (0)	Default parent selection (0)
228	Operator #2 (score)	Default mutation (0)	Default mutation (0)	Default mutation (0)	Default mutation (0)	Default mutation (0)
229	Operator #3 (score)	Default crossover (0)	Default crossover (0)	Default crossover (0)	Default crossover (0)	Default crossover (0)
230	Operator #4 (score)	Default backtrack (0)	Default backtrack (0)	Default backtrack (0)	Default backtrack (0)	Default backtrack (0)
231	Description	Sequencia no Osvat	Sequencia no Osvat	Sequencia no Osvat	Sequencia no Osvat	Sequencia no Osvat
232	Solving Method	ORDER	ORDER	ORDER	ORDER	ORDER
233	Number of Time Blocks	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
234	Const/Prec Range	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
235	Mutation Rate	auto	auto	auto	auto	auto
236	Crossover Rate	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
237	Input Cell/Range Constraint	Ent_Osvat!\$B\$5:\$B\$14	Ent_Osvat!\$B\$5:\$B\$14	Ent_Osvat!\$B\$5:\$B\$14	Ent_Osvat!\$B\$5:\$B\$14	Ent_Osvat!\$B\$5:\$B\$14
238	Description	Sequencia do Osvat	Sequencia do Osvat	Sequencia do Osvat	Sequencia do Osvat	Sequencia do Osvat
239	Solving Method	ORDER	ORDER	ORDER	ORDER	ORDER
240	Number of Time Blocks	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
241	Const/Prec Range	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
242	Mutation Rate	auto	auto	auto	auto	auto
243	Crossover Rate	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
244	Input Cell/Range Constraint	Ent_Osvat!\$B\$5:\$B\$15	Ent_Osvat!\$B\$5:\$B\$15	Ent_Osvat!\$B\$5:\$B\$15	Ent_Osvat!\$B\$5:\$B\$15	Ent_Osvat!\$B\$5:\$B\$15
245	Description	Sequencia do Osvat	Sequencia do Osvat	Sequencia do Osvat	Sequencia do Osvat	Sequencia do Osvat
246	Solving Method	ORDER	ORDER	ORDER	ORDER	ORDER

	A	I	J	K	L	M
1	RUN	#8: 02/07/00 16:42:50	#9: 03/07/00 17:50:39	#10: 04/07/00 07:15:25	#11: 04/07/00 14:10:40	#12: 04/07/00 15:31:42
247	Number of Time Blocks					
248	Const/Prec Range					
249	Mutation Rate					
250	Crossover Rate					
251	Input Cell/Range Constraint					
252	Input Cell/Range Constraint					
253						
254	OPTIONS					
255	Population Size	70	70	70	70	70
256	Pause On Error	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
257	Graph Progress	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
258	Update Display	On	On	On	On	On
259	Log Simulation Data	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO
260	Random Seed	15480222 (Randomly Chosen)	32160219 (Randomly Chosen)	43308984 (Randomly Chosen)	8978297 (Randomly Chosen)	15356772 (Randomly Chosen)
261	Stop On Trials	500	500	N/A	N/A	N/A
262	Stop On Minutes	30	30	N/A	N/A	N/A
263	Stop On Change	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
264	Stop On Formula	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
265	Simulation Sampling Type	Latin Hypercube	Latin Hypercube	Latin Hypercube	Monte Carlo	Latin Hypercube
266	Simulations Use Same Seed	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
267	Simulations Stop	After 20 Iterations	After 20 Iterations	After 20 Iterations	After 20 Iterations	After 20 Iterations
268	Stop Tolerance	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
269						
270	MACROS					
271	Start Of Optimization	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
272	Before Simulation	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
273	Before Iteration/Recalc	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
274	After Iteration/Recalc	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
275	After Simulation	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
276	After Storage	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
277	End Of Optimization	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
278						



	A	N	O	P	Q	R
1	RUN	#13: 04/07/00 15:58:38	#14: 04/07/00 18:32:55	#15: 05/07/00 12:11:09	#16: 05/07/00 13:09:14	#17: 05/07/00 14:30:13
2	Cell to Optimize	Pieresi\$A\$25	Pieresi\$A\$25	Pieresi\$A\$25	Pieresi\$A\$25	Pieresi\$A\$25
3	Optimization Goal	Minimum Mean	Minimum Mean	Minimum Mean	Minimum Mean	Minimum Mean
4						
5	RESULTS					
6	Valid Sims	135	421	318	129	502
7	Total Sims	267	819	640	258	1004
8	Original Value	266.649.999.999.601	419.546.874.999.523	405.885.416.666.177	371.223.958.332.808	459.723.958.332.939
9	+ soft constraint penalties	0	0	0	0	0
10	= result	266.649.999.999.601	419.546.874.999.523	405.885.416.666.177	371.223.958.332.808	459.723.958.332.939
11	Best Value Found	114.583.333.329.938	114.583.333.329.938	114.583.333.329.938	114.583.333.329.938	140.624.999.996.362
12	+ soft constraint penalties	0	0	0	0	0
13	= result	114.583.333.329.938	114.583.333.329.938	114.583.333.329.938	114.583.333.329.938	140.624.999.996.362
14	Occurred on trial #	72	188	271	114	296
15	Time to find this value	00:16:01	01:03:27	00:48:49	00:19:19	00:46:49
16	Stopped Because	Halted by User	Halted by User	Halted by User	Halted by User	Halted by User
17	Optimization Started At	15:36:03	16:00:34	11:17:34	12:47:38	13:16:45
18	Optimization Finished At	15:58:25	18:32:43	12:10:45	13:08:58	14:30:07
19	Total Optimization Time	00:22:11	02:32:01	00:53:01	00:20:58	01:13:03
20	Adjustable Cell	Pieresi\$M\$7	Pieresi\$M\$7	Pieresi\$M\$7	Pieresi\$M\$7	Pieresi\$M\$7
21	ORIGINAL	7	7	7	7	7
22	BEST	1	1	3	1	2
23	Adjustable Cell	Pieresi\$M\$8	Pieresi\$M\$8	Pieresi\$M\$8	Pieresi\$M\$8	Pieresi\$M\$8
24	ORIGINAL	3	6	6	6	6
25	BEST	3	3	2	2	3
26	Adjustable Cell	Pieresi\$M\$9	Pieresi\$M\$9	Pieresi\$M\$9	Pieresi\$M\$9	Pieresi\$M\$9
27	ORIGINAL	2	5	5	5	5
28	BEST	6	5	6	6	7
29	Adjustable Cell	Pieresi\$M\$10	Pieresi\$M\$10	Pieresi\$M\$10	Pieresi\$M\$10	Pieresi\$M\$10
30	ORIGINAL	5	4	4	4	4
31	BEST	2	2	1	3	1
32	Adjustable Cell	Pieresi\$M\$11	Pieresi\$M\$11	Pieresi\$M\$11	Pieresi\$M\$11	Pieresi\$M\$11
33	ORIGINAL	1	3	3	3	3
34	BEST	4	4	7	4	6
35	Adjustable Cell	Pieresi\$M\$12	Pieresi\$M\$12	Pieresi\$M\$12	Pieresi\$M\$12	Pieresi\$M\$12
36	ORIGINAL	6	2	2	2	2

	A	N	O	P	Q	R
1	RUN	#13: 04/07/00 15:58:38	#14: 04/07/00 18:32:55	#15: 05/07/00 12:11:09	#16: 05/07/00 13:09:14	#17: 05/07/00 14:30:13
37	BEST	7	7	4	7	5
38	Adjustable Cell	Pieresi\$M\$13	Pieresi\$M\$13	Pieresi\$M\$13	Pieresi\$M\$13	Pieresi\$M\$13
39	ORIGINAL	4	1	1	1	1
40	BEST	5	6	5	5	4
41	Adjustable Cell	Ent_Osvati\$B\$5	Ent_Osvati\$B\$5	Ent_Osvati\$B\$5	Ent_Osvati\$B\$5	Ent_Osvati\$B\$5
42	ORIGINAL	1	1	1	1	1
43	BEST	1	1	1	1	1
44	Adjustable Cell	Ent_Osvati\$B\$6	Ent_Osvati\$B\$6	Ent_Osvati\$B\$6	Ent_Osvati\$B\$6	Ent_Osvati\$B\$6
45	ORIGINAL	3	3	3	3	3
46	BEST	4	4	3	3	4
47	Adjustable Cell	Ent_Osvati\$B\$7	Ent_Osvati\$B\$7	Ent_Osvati\$B\$7	Ent_Osvati\$B\$7	Ent_Osvati\$B\$7
48	ORIGINAL	8	8	8	8	8
49	BEST	8	9	8	8	8
50	Adjustable Cell	Ent_Osvati\$B\$8	Ent_Osvati\$B\$8	Ent_Osvati\$B\$8	Ent_Osvati\$B\$8	Ent_Osvati\$B\$8
51	ORIGINAL	6	6	6	6	6
52	BEST	6	5	5	5	6
53	Adjustable Cell	Ent_Osvati\$B\$9	Ent_Osvati\$B\$9	Ent_Osvati\$B\$9	Ent_Osvati\$B\$9	Ent_Osvati\$B\$9
54	ORIGINAL	2	2	2	2	2
55	BEST	3	2	2	4	5
56	Adjustable Cell	Ent_Osvati\$B\$10	Ent_Osvati\$B\$10	Ent_Osvati\$B\$10	Ent_Osvati\$B\$10	Ent_Osvati\$B\$10
57	ORIGINAL	4	4	4	4	4
58	BEST	2	3	7	6	3
59	Adjustable Cell	Ent_Osvati\$B\$11	Ent_Osvati\$B\$11	Ent_Osvati\$B\$11	Ent_Osvati\$B\$11	Ent_Osvati\$B\$11
60	ORIGINAL	5	5	5	5	5
61	BEST	5	7	6	7	2
62	Adjustable Cell	Ent_Osvati\$B\$12	Ent_Osvati\$B\$12	Ent_Osvati\$B\$12	Ent_Osvati\$B\$12	Ent_Osvati\$B\$12
63	ORIGINAL	7	7	7	7	7
64	BEST	9	8	4	2	7
65	Adjustable Cell	Ent_Osvati\$B\$13	Ent_Osvati\$B\$13	Ent_Osvati\$B\$13	Ent_Osvati\$B\$13	Ent_Osvati\$B\$13
66	ORIGINAL	9	9	9	9	9
67	BEST	10	6	9	9	9
68	Adjustable Cell	Ent_Osvati\$B\$14	Ent_Osvati\$B\$14	Ent_Osvati\$B\$14	Ent_Osvati\$B\$14	Ent_Osvati\$B\$14
69	ORIGINAL	10	10	10	10	10
70	BEST	7	10	10	10	10
71	Adjustable Cell	Ent_Osvati\$B\$5	Ent_Osvati\$B\$5	Ent_Osvati\$B\$5	Ent_Osvati\$B\$5	Ent_Osvati\$B\$5

	A	N	O	P	Q	R
1	RUN	#13: 04/07/00 15:58:38	#14: 04/07/00 18:32:55	#15: 05/07/00 12:11:09	#16: 05/07/00 13:09:14	#17: 05/07/00 14:30:13
72	ORIGINAL	1	1	1	1	1
73	BEST	1	1	1	1	1
74	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$6	Ent_Osbat!\$B\$6	Ent_Osbat!\$B\$6	Ent_Osbat!\$B\$6	Ent_Osbat!\$B\$6
75	ORIGINAL	3	3	3	3	3
76	BEST	3	3	3	3	3
77	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$7	Ent_Osbat!\$B\$7	Ent_Osbat!\$B\$7	Ent_Osbat!\$B\$7	Ent_Osbat!\$B\$7
78	ORIGINAL	5	5	5	5	5
79	BEST	7	5	5	5	7
80	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$8	Ent_Osbat!\$B\$8	Ent_Osbat!\$B\$8	Ent_Osbat!\$B\$8	Ent_Osbat!\$B\$8
81	ORIGINAL	2	2	2	2	2
82	BEST	2	6	2	7	2
83	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$9	Ent_Osbat!\$B\$9	Ent_Osbat!\$B\$9	Ent_Osbat!\$B\$9	Ent_Osbat!\$B\$9
84	ORIGINAL	4	4	4	4	4
85	BEST	10	9	7	4	6
86	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$10	Ent_Osbat!\$B\$10	Ent_Osbat!\$B\$10	Ent_Osbat!\$B\$10	Ent_Osbat!\$B\$10
87	ORIGINAL	10	10	10	10	10
88	BEST	5	10	9	10	10
89	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$11	Ent_Osbat!\$B\$11	Ent_Osbat!\$B\$11	Ent_Osbat!\$B\$11	Ent_Osbat!\$B\$11
90	ORIGINAL	11	11	11	11	11
91	BEST	11	11	11	3	11
92	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$12	Ent_Osbat!\$B\$12	Ent_Osbat!\$B\$12	Ent_Osbat!\$B\$12	Ent_Osbat!\$B\$12
93	ORIGINAL	7	7	7	7	7
94	BEST	4	4	10	11	4
95	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$13	Ent_Osbat!\$B\$13	Ent_Osbat!\$B\$13	Ent_Osbat!\$B\$13	Ent_Osbat!\$B\$13
96	ORIGINAL	6	6	6	6	6
97	BEST	6	2	6	6	5
98	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$14	Ent_Osbat!\$B\$14	Ent_Osbat!\$B\$14	Ent_Osbat!\$B\$14	Ent_Osbat!\$B\$14
99	ORIGINAL	8	8	8	8	8
100	BEST	8	8	8	8	8
101	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$15	Ent_Osbat!\$B\$15	Ent_Osbat!\$B\$15	Ent_Osbat!\$B\$15	Ent_Osbat!\$B\$15
102	ORIGINAL	9	9	9	9	9
103	BEST	9	7	4	9	9
104	Adjustable Cell					
105	ORIGINAL					
106	BEST					

	A	N	O	P	Q	R
1	RUN	#13: 04/07/00 15:58:38	#14: 04/07/00 18:32:55	#15: 05/07/00 12:11:09	#16: 05/07/00 13:09:14	#17: 05/07/00 14:30:13
107	Adjustable Cell					
108	ORIGINAL					
109	BEST					
110	Adjustable Cell					
111	ORIGINAL					
112	BEST					
113	Adjustable Cell					
114	ORIGINAL					
115	BEST					
116	Adjustable Cell					
117	ORIGINAL					
118	BEST					
119	Adjustable Cell					
120	ORIGINAL					
121	BEST					
122	Adjustable Cell					
123	ORIGINAL					
124	BEST					
125	Adjustable Cell					
126	ORIGINAL					
127	BEST					
128	Adjustable Cell					
129	ORIGINAL					
130	BEST					
131	Adjustable Cell					
132	ORIGINAL					
133	BEST					
134	Adjustable Cell					
135	ORIGINAL					
136	BEST					
137	Adjustable Cell					
138	ORIGINAL					
139	BEST					
140	Adjustable Cell					
141	ORIGINAL					



	A	N	O	P	Q	R
1	RUN	#13: 04/07/00 15:58:38	#14: 04/07/00 18:32:55	#15: 05/07/00 12:11:09	#16: 05/07/00 13:09:14	#17: 05/07/00 14:30:13
142	BEST					
143	Adjustable Cell					
144	ORIGINAL					
145	BEST					
146	Adjustable Cell					
147	ORIGINAL					
148	BEST					
149	Adjustable Cell					
150	ORIGINAL					
151	BEST					
152	Adjustable Cell					
153	ORIGINAL					
154	BEST					
155	Adjustable Cell					
156	ORIGINAL					
157	BEST					
158	Adjustable Cell					
159	ORIGINAL					
160	BEST					
161	Adjustable Cell					
162	ORIGINAL					
163	BEST					
164	Adjustable Cell					
165	ORIGINAL					
166	BEST					
167						
168	CONSTRAINTS					
169	Description	Atende due data do Osvat	Atende due data do Osvat	Atende due data do Osvat	Atende due data do Osvat	Atende due data do Osvat
170	Definition	=(Ent_Osvat!\$A\$23)	=(Ent_Osvat!\$A\$23)	=(Ent_Osvat!\$A\$23)	=(Ent_Osvat!\$A\$23)	=(Ent_Osvat!\$A\$23)
171	Constraint Type	HARD/ITER	HARD/ITER	HARD/ITER	HARD/ITER	HARD/ITER
172	Satisfied for % of Sims	60,67%	63,13%	61,56%	61,63%	63,84%
173	Satisfied for % of Valid Sims	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
174	Penalty Function	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
175	Penalty of Best Result	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
176	Description	Atendimento due date osbat	Atendimento due date osbat	Atendimento due date osbat	Atendimento due date osbat	Atendimento due date osbat

	A	N	O	P	Q	R
1	RUN	#13: 04/07/00 15:58:38	#14: 04/07/00 18:32:55	#15: 05/07/00 12:11:09	#16: 05/07/00 13:09:14	#17: 05/07/00 14:30:13
177	Definition	=(Ent_Osbat!\$A\$23)	=(Ent_Osbat!\$A\$23)	=(Ent_Osbat!\$A\$23)	=(Ent_Osbat!\$A\$23)	=(Ent_Osbat!\$A\$23)
178	Constraint Type	HARD/ITER	HARD/ITER	HARD/ITER	HARD/ITER	HARD/ITER
179	Satisfied for % of Sims	63,67%	64,59%	60,00%	59,30%	62,65%
180	Satisfied for % of Valid Sims	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
181	Penalty Function	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
182	Penalty of Best Result	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
183	Description	Estoque positivos	Estoque positivos	Estoque positivos	Estoque positivos	Estoque positivos
184	Definition	0 <= Est_Gebast!\$B\$4:\$Q\$16	0 <= Est_Gebast!\$B\$4:\$Q\$16	0 <= Est_Gebast!\$C\$4:\$Q\$16	0 <= Est_Gebast!\$C\$4:\$Q\$16	0 <= Est_Gebast!\$C\$4:\$Q\$16
185	Constraint Type	HARD/ITER	HARD/ITER	HARD/ITER	HARD/ITER	HARD/ITER
186	Satisfied for % of Sims	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
187	Satisfied for % of Valid Sims	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
188	Penalty Function	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
189	Penalty of Best Result	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
190	Description					bonn20
191	Definition			0 <= Est_Gebast!\$H\$8	0 <= Est_Gebast!\$H\$8	0 <= Est_Gebast!\$H\$7
192	Constraint Type			HARD/ITER	HARD/ITER	HARD/ITER
193	Satisfied for % of Sims			100,00%	100,00%	98,01%
194	Satisfied for % of Valid Sims			100,00%	100,00%	100,00%
195	Penalty Function			N/A	N/A	N/A
196	Penalty of Best Result			N/A	N/A	N/A
197	Description					bonn21
198	Definition			0 <= Est_Gebast!\$I\$8	0 <= Est_Gebast!\$I\$8	0 <= Est_Gebast!\$I\$7
199	Constraint Type			HARD/ITER	HARD/ITER	HARD/ITER
200	Satisfied for % of Sims			100,00%	100,00%	94,42%
201	Satisfied for % of Valid Sims			100,00%	100,00%	100,00%
202	Penalty Function			N/A	N/A	N/A
203	Penalty of Best Result			N/A	N/A	N/A
204	Description					bonn22
205	Definition			0 <= Est_Gebast!\$J\$8	0 <= Est_Gebast!\$J\$8	0 <= Est_Gebast!\$J\$7
206	Constraint Type			HARD/ITER	HARD/ITER	HARD/ITER
207	Satisfied for % of Sims			100,00%	100,00%	91,04%
208	Satisfied for % of Valid Sims			100,00%	100,00%	100,00%
209	Penalty Function			N/A	N/A	N/A
210	Penalty of Best Result			N/A	N/A	N/A
211	Description					

	A	N	O	P	Q	R
1	RUN	#13: 04/07/00 15:58:38	#14: 04/07/00 18:32:55	#15: 05/07/00 12:11:09	#16: 05/07/00 13:09:14	#17: 05/07/00 14:30:13
212	Definition					
213	Constraint Type					
214	Satisfied for % of Sims					
215	Satisfied for % of Valid Sims					
216	Penalty Function					
217	Penalty of Best Result					
218						
219	ADJUSTABLE CELLS					
220	Description	Sequenciamento de NTs	Sequenciamento de NTs	Sequenciamento de NTs	Sequenciamento de NTs	Sequenciamento de NTs
221	Solving Method	ORDER	ORDER	ORDER	ORDER	ORDER
222	Number of Time Blocks	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
223	Const/Prec Range	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
224	Mutation Rate	auto	auto	auto	auto	auto
225	Crossover Rate	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
226	Input Cell/Range Constraint	Pierres:\$M\$7:\$M\$13	Pierres:\$M\$7:\$M\$13	Pierres:\$M\$7:\$M\$13	Pierres:\$M\$7:\$M\$13	Pierres:\$M\$7:\$M\$13
227	Operator #1 (score)	Default parent selection (0)	Default parent selection (0)	Default parent selection (0)	Default parent selection (0)	Default parent selection (0)
228	Operator #2 (score)	Default mutation (0)	Default mutation (0)	Default mutation (0)	Default mutation (0)	Default mutation (0)
229	Operator #3 (score)	Default crossover (0)	Default crossover (0)	Default crossover (0)	Default crossover (0)	Default crossover (0)
230	Operator #4 (score)	Default backtrack (0)	Default backtrack (0)	Default backtrack (0)	Default backtrack (0)	Default backtrack (0)
231	Description	Sequencia no Osvat	Sequencia no Osvat	Sequencia no Osvat	Sequencia no Osvat	Sequencia no Osvat
232	Solving Method	ORDER	ORDER	ORDER	ORDER	ORDER
233	Number of Time Blocks	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
234	Const/Prec Range	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
235	Mutation Rate	auto	auto	auto	auto	auto
236	Crossover Rate	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
237	Input Cell/Range Constraint	Ent_Osvat!\$B\$5:\$B\$14	Ent_Osvat!\$B\$5:\$B\$14	Ent_Osvat!\$B\$5:\$B\$14	Ent_Osvat!\$B\$5:\$B\$14	Ent_Osvat!\$B\$5:\$B\$14
238	Description	Sequencia do Osvat	Sequencia do Osvat	Sequencia do Osvat	Sequencia do Osvat	Sequencia do Osvat
239	Solving Method	ORDER	ORDER	ORDER	ORDER	ORDER
240	Number of Time Blocks	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
241	Const/Prec Range	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
242	Mutation Rate	auto	auto	auto	auto	auto
243	Crossover Rate	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
244	Input Cell/Range Constraint	Ent_Osvat!\$B\$5:\$B\$15	Ent_Osvat!\$B\$5:\$B\$15	Ent_Osvat!\$B\$5:\$B\$15	Ent_Osvat!\$B\$5:\$B\$15	Ent_Osvat!\$B\$5:\$B\$15
245	Description					
246	Solving Method					

	A	N	O	P	Q	R
1	RUN	#13: 04/07/00 15:58:38	#14: 04/07/00 18:32:55	#15: 05/07/00 12:11:09	#16: 05/07/00 13:09:14	#17: 05/07/00 14:30:13
247	Number of Time Blocks					
248	Const/Prec Range					
249	Mutation Rate					
250	Crossover Rate					
251	Input Cell/Range Constraint					
252	Input Cell/Range Constraint					
253						
254	OPTIONS					
255	Population Size	70	70	70	70	70
256	Pause On Error	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
257	Graph Progress	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
258	Update Display	On	On	On	On	On
259	Log Simulation Data	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO
260	Random Seed	19984386 (Randomly Chosen)	21450705 (Randomly Chosen)	3181549 (Randomly Chosen)	8573879 (Randomly Chosen)	10341575 (Randomly Chosen)
261	Stop On Trials	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
262	Stop On Minutes	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
263	Stop On Change	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
264	Stop On Formula	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
265	Simulation Sampling Type	Latin Hypercube	Latin Hypercube	Latin Hypercube	Latin Hypercube	Latin Hypercube
266	Simulations Use Same Seed	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
267	Simulations Stop	After 20 Iterations	After 20 Iterations	After 20 Iterations	After 20 Iterations	After 20 Iterations
268	Stop Tolerance	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
269						
270	MACROS					
271	Start Of Optimization	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
272	Before Simulation	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
273	Before Iteration/Recalc	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
274	After Iteration/Recalc	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
275	After Simulation	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
276	After Storage	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
277	End Of Optimization	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
278						



	A	S	T	U	V
1	RUN	#18: 06/07/00 00:03:12	#19: 11/07/00 09:24:33	#20: 23/07/00 15:53:58	#21: 05/08/00 11:15:19
2	Cell to Optimize	Pierres:\$A\$25	Pierres:\$A\$25	Pierres:\$A\$25	Pierres:\$A\$25
3	Optimization Goal	Minimum Mean	Minimum Mean	Minimum Mean	Minimum Mean
4					
5	RESULTS				
6	Valid Sims	620	65	310	0
7	Total Sims	1267	133	648	2013
8	Original Value	400.369.791.666.129	415.635.416.666.199	38.472.395.833.283	N/A
9	+ soft constraint penalties	0	0	0	0
10	= result	400.369.791.666.129	415.635.416.666.199	38.472.395.833.283	N/A
11	Best Value Found	114.583.333.329.938	599.999.999.994.179	789.583.333.329.938	N/A
12	+ soft constraint penalties	0	0	0	0
13	= result	114.583.333.329.938	599.999.999.994.179	789.583.333.329.938	N/A
14	Occurred on trial #	584	56	216	N/A
15	Time to find this value	02:32:22	00:13:10	00:42:34	N/A
16	Stopped Because	Halted by User	Halted by User	Halted by User	Halted by User
17	Optimization Started At	21:18:42	09:06:30	14:50:12	10:56:02
18	Optimization Finished At	00:02:59	09:24:24	15:53:48	11:15:01
19	Total Optimization Time	02:44:05	00:15:34	01:03:11	00:18:46
20	Adjustable Cell	Pierres:\$M\$7	Pierres:\$M\$7	Pierres:\$M\$7	Pierres:\$M\$7
21	ORIGINAL	7	7	7	7
22	BEST	2	6	2	7
23	Adjustable Cell	Pierres:\$M\$8	Pierres:\$M\$8	Pierres:\$M\$8	Pierres:\$M\$8
24	ORIGINAL	6	6	6	6
25	BEST	3	2	6	6
26	Adjustable Cell	Pierres:\$M\$9	Pierres:\$M\$9	Pierres:\$M\$9	Pierres:\$M\$9
27	ORIGINAL	5	5	5	5
28	BEST	4	5	5	5
29	Adjustable Cell	Pierres:\$M\$10	Pierres:\$M\$10	Pierres:\$M\$10	Pierres:\$M\$10
30	ORIGINAL	4	4	4	4
31	BEST	1	4	1	4
32	Adjustable Cell	Pierres:\$M\$11	Pierres:\$M\$11	Pierres:\$M\$11	Pierres:\$M\$11
33	ORIGINAL	3	3	3	3
34	BEST	7	3	3	3
35	Adjustable Cell	Pierres:\$M\$12	Pierres:\$M\$12	Pierres:\$M\$12	Pierres:\$M\$12
36	ORIGINAL	2	2	2	2

	A	S	T	U	V
1	RUN	#18: 06/07/00 00:03:12	#19: 11/07/00 09:24:33	#20: 23/07/00 15:53:58	#21: 05/08/00 11:15:19
37	BEST	6	7	7	2
38	Adjustable Cell	Pieresi\$M\$13	Pieresi\$M\$13	Pieresi\$M\$13	Pieresi\$M\$13
39	ORIGINAL	1	1	1	1
40	BEST	5	1	4	1
41	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$B\$5	Ent_Osvat!\$B\$5	Ent_Osvat!\$B\$5	Ent_Osvat!\$B\$5
42	ORIGINAL	1	1	1	1
43	BEST	3	1	1	1
44	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$B\$6	Ent_Osvat!\$B\$6	Ent_Osvat!\$B\$6	Ent_Osvat!\$B\$6
45	ORIGINAL	3	3	3	3
46	BEST	5	3	2	3
47	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$B\$7	Ent_Osvat!\$B\$7	Ent_Osvat!\$B\$7	Ent_Osvat!\$B\$7
48	ORIGINAL	8	8	8	8
49	BEST	8	8	9	8
50	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$B\$8	Ent_Osvat!\$B\$8	Ent_Osvat!\$B\$8	Ent_Osvat!\$B\$8
51	ORIGINAL	6	6	6	6
52	BEST	6	6	6	6
53	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$B\$9	Ent_Osvat!\$B\$9	Ent_Osvat!\$B\$9	Ent_Osvat!\$B\$9
54	ORIGINAL	2	2	2	2
55	BEST	4	2	3	2
56	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$B\$10	Ent_Osvat!\$B\$10	Ent_Osvat!\$B\$10	Ent_Osvat!\$B\$10
57	ORIGINAL	4	4	4	4
58	BEST	2	4	4	4
59	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$B\$11	Ent_Osvat!\$B\$11	Ent_Osvat!\$B\$11	Ent_Osvat!\$B\$11
60	ORIGINAL	5	5	5	5
61	BEST	7	5	8	5
62	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$B\$12	Ent_Osvat!\$B\$12	Ent_Osvat!\$B\$12	Ent_Osvat!\$B\$12
63	ORIGINAL	7	7	7	7
64	BEST	1	7	7	7
65	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$B\$13	Ent_Osvat!\$B\$13	Ent_Osvat!\$B\$13	Ent_Osvat!\$B\$13
66	ORIGINAL	9	9	9	9
67	BEST	10	9	5	9
68	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$B\$14	Ent_Osvat!\$B\$14	Ent_Osvat!\$B\$14	Ent_Osvat!\$B\$14
69	ORIGINAL	10	10	10	10
70	BEST	9	10	10	10
71	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$B\$5	Ent_Osvat!\$B\$5	Ent_Osvat!\$B\$5	Ent_Osvat!\$B\$5

	A	S	T	U	V
1	RUN	#18: 06/07/00 00:03:12	#19: 11/07/00 09:24:33	#20: 23/07/00 15:53:58	#21: 05/08/00 11:15:19
72	ORIGINAL	1	1	1	1
73	BEST	1	1	1	1
74	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$6	Ent_Osbat!\$B\$6	Ent_Osbat!\$B\$6	Ent_Osbat!\$B\$6
75	ORIGINAL	3	3	3	3
76	BEST	4	3	3	3
77	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$7	Ent_Osbat!\$B\$7	Ent_Osbat!\$B\$7	Ent_Osbat!\$B\$7
78	ORIGINAL	5	5	5	5
79	BEST	5	5	7	5
80	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$8	Ent_Osbat!\$B\$8	Ent_Osbat!\$B\$8	Ent_Osbat!\$B\$8
81	ORIGINAL	2	2	2	2
82	BEST	6	2	2	2
83	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$9	Ent_Osbat!\$B\$9	Ent_Osbat!\$B\$9	Ent_Osbat!\$B\$9
84	ORIGINAL	4	4	4	4
85	BEST	2	4	10	4
86	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$10	Ent_Osbat!\$B\$10	Ent_Osbat!\$B\$10	Ent_Osbat!\$B\$10
87	ORIGINAL	10	10	10	10
88	BEST	11	10	4	10
89	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$11	Ent_Osbat!\$B\$11	Ent_Osbat!\$B\$11	Ent_Osbat!\$B\$11
90	ORIGINAL	11	11	11	11
91	BEST	10	11	11	11
92	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$12	Ent_Osbat!\$B\$12	Ent_Osbat!\$B\$12	Ent_Osbat!\$B\$12
93	ORIGINAL	7	7	7	7
94	BEST	9	7	8	7
95	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$13	Ent_Osbat!\$B\$13	Ent_Osbat!\$B\$13	Ent_Osbat!\$B\$13
96	ORIGINAL	6	6	6	6
97	BEST	7	6	6	6
98	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$14	Ent_Osbat!\$B\$14	Ent_Osbat!\$B\$14	Ent_Osbat!\$B\$14
99	ORIGINAL	8	8	8	8
100	BEST	8	8	5	8
101	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$15	Ent_Osbat!\$B\$15	Ent_Osbat!\$B\$15	Ent_Osbat!\$B\$15
102	ORIGINAL	9	9	9	9
103	BEST	3	9	9	9
104	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$H\$5	Ent_Osbat!\$H\$5	Ent_Osbat!\$H\$5	Ent_Osbat!\$H\$5
105	ORIGINAL	0	0	0	0
106	BEST	0	0	0	0

	A	S	T	U	V
1	RUN	#18: 06/07/00 00:03:12	#19: 11/07/00 09:24:33	#20: 23/07/00 15:53:58	#21: 05/08/00 11:15:19
107	Adjustable Cell		Ent_Osbat!\$H\$6	Ent_Osbat!\$H\$6	Ent_Osbat!\$H\$6
108	ORIGINAL		0	0	0
109	BEST		0	0	0
110	Adjustable Cell		Ent_Osbat!\$H\$7	Ent_Osbat!\$H\$7	Ent_Osbat!\$H\$7
111	ORIGINAL		0	0	0
112	BEST		0	0	0
113	Adjustable Cell		Ent_Osbat!\$H\$8	Ent_Osbat!\$H\$8	Ent_Osbat!\$H\$8
114	ORIGINAL		0	0	0
115	BEST		0	0	0
116	Adjustable Cell		Ent_Osbat!\$H\$9	Ent_Osbat!\$H\$9	Ent_Osbat!\$H\$9
117	ORIGINAL		0	0	0
118	BEST		0	0	0
119	Adjustable Cell		Ent_Osbat!\$H\$10	Ent_Osbat!\$H\$10	Ent_Osbat!\$H\$10
120	ORIGINAL		0	0	0
121	BEST		0	0	0
122	Adjustable Cell		Ent_Osbat!\$H\$11	Ent_Osbat!\$H\$11	Ent_Osbat!\$H\$11
123	ORIGINAL		0	0	0
124	BEST		0	0	0
125	Adjustable Cell		Ent_Osbat!\$H\$12	Ent_Osbat!\$H\$12	Ent_Osbat!\$H\$12
126	ORIGINAL		0	0	0
127	BEST		0	0	0
128	Adjustable Cell		Ent_Osbat!\$H\$13	Ent_Osbat!\$H\$13	Ent_Osbat!\$H\$13
129	ORIGINAL		0	0	0
130	BEST		0	0	0
131	Adjustable Cell		Ent_Osbat!\$H\$14	Ent_Osbat!\$H\$14	Ent_Osbat!\$H\$14
132	ORIGINAL		0	0	0
133	BEST		0	0	0
134	Adjustable Cell		Ent_Osbat!\$H\$15	Ent_Osbat!\$H\$15	Ent_Osbat!\$H\$15
135	ORIGINAL		0	0	0
136	BEST		0	0	0
137	Adjustable Cell		Ent_Osbat!\$H\$5	Ent_Osbat!\$H\$5	Ent_Osbat!\$H\$5
138	ORIGINAL		0	0	0
139	BEST		0	0	0
140	Adjustable Cell		Ent_Osbat!\$H\$6	Ent_Osbat!\$H\$6	Ent_Osbat!\$H\$6
141	ORIGINAL		0	0	0

	A	S	T	U	V
1	RUN	#18: 06/07/00 00:03:12	#19: 11/07/00 09:24:33	#20: 23/07/00 15:53:58	#21: 05/08/00 11:15:19
142	BEST		0	0	0
143	Adjustable Cell		Ent_Osvat!\$H\$7	Ent_Osvat!\$H\$7	Ent_Osvat!\$H\$7
144	ORIGINAL		0	0	0
145	BEST		0	0	0
146	Adjustable Cell		Ent_Osvat!\$H\$8	Ent_Osvat!\$H\$8	Ent_Osvat!\$H\$8
147	ORIGINAL		0	0	0
148	BEST		0	0	0
149	Adjustable Cell		Ent_Osvat!\$H\$9	Ent_Osvat!\$H\$9	Ent_Osvat!\$H\$9
150	ORIGINAL		0	0	0
151	BEST		0	0	0
152	Adjustable Cell		Ent_Osvat!\$H\$10	Ent_Osvat!\$H\$10	Ent_Osvat!\$H\$10
153	ORIGINAL		0	0	0
154	BEST		0	0	0
155	Adjustable Cell		Ent_Osvat!\$H\$11	Ent_Osvat!\$H\$11	Ent_Osvat!\$H\$11
156	ORIGINAL		0	0	0
157	BEST		0	0	0
158	Adjustable Cell		Ent_Osvat!\$H\$12	Ent_Osvat!\$H\$12	Ent_Osvat!\$H\$12
159	ORIGINAL		0	0	0
160	BEST		0	0	0
161	Adjustable Cell		Ent_Osvat!\$H\$13	Ent_Osvat!\$H\$13	Ent_Osvat!\$H\$13
162	ORIGINAL		0	0	0
163	BEST		0	0	0
164	Adjustable Cell		Ent_Osvat!\$H\$14	Ent_Osvat!\$H\$14	Ent_Osvat!\$H\$14
165	ORIGINAL		0	0	0
166	BEST		0	0	0
167					
168	CONSTRAINTS				
169	Description	Atende due data do Osvat	Atende due data do Osvat	Atende due data do Osvat	Atende due data do Osvat
170	Definition	=(Ent_Osvat!\$A\$23)	=(Ent_Osvat!\$A\$23)	=(Ent_Osvat!\$A\$23)	=(Ent_Osvat!\$A\$23)
171	Constraint Type	HARD/ITER	HARD/ITER	HARD/ITER	HARD/ITER
172	Satisfied for % of Sims	65,75%	54,14%	57,72%	0,05%
173	Satisfied for % of Valid Sims	100,00%	100,00%	100,00%	N/A
174	Penalty Function	N/A	N/A	N/A	N/A
175	Penalty of Best Result	N/A	N/A	N/A	N/A
176	Description	Atendimento due date osbat	Atendimento due date osbat	Atendimento due date osbat	Atendimento due date osbat



	A	S	T	U	V
1	RUN	#18: 06/07/00 00:03:12	#19: 11/07/00 09:24:33	#20: 23/07/00 15:53:58	#21: 05/08/00 11:15:19
177	Definition	=(Ent_Osbat!\$A\$23)	=(Ent_Osbat!\$A\$23)	=(Ent_Osbat!\$A\$23)	=(Ent_Osbat!\$A\$23)
178	Constraint Type	HARD/ITER	HARD/ITER	HARD/ITER	HARD/ITER
179	Satisfied for % of Sims	59,51%	51,13%	54,48%	0,05%
180	Satisfied for % of Valid Sims	100,00%	100,00%	100,00%	N/A
181	Penalty Function	N/A	N/A	N/A	N/A
182	Penalty of Best Result	N/A	N/A	N/A	N/A
183	Description	Estoque positivos	Estoque positivos	Estoque positivos	Estoque positivos
184	Definition	0 <= Est_Gebast!\$C\$4:\$Q\$16	0 <= Est_Gebast!\$C\$4:\$Q\$16	0 <= Est_Gebast!\$C\$4:\$Q\$16	0 <= Est_Gebast!\$C\$4:\$Q\$16
185	Constraint Type	HARD/ITER	HARD/ITER	HARD/ITER	HARD/ITER
186	Satisfied for % of Sims	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
187	Satisfied for % of Valid Sims	100,00%	100,00%	100,00%	N/A
188	Penalty Function	N/A	N/A	N/A	N/A
189	Penalty of Best Result	N/A	N/A	N/A	N/A
190	Description	bonn202123	bonn202123	bonn202123	bonn202123
191	Definition	0 <= Est_Gebast!\$H\$7:\$J\$7	0 <= Est_Gebast!\$H\$7:\$J\$7	0 <= Est_Gebast!\$H\$7:\$J\$7	0 <= Est_Gebast!\$H\$7:\$Q\$7
192	Constraint Type	HARD/ITER	HARD/ITER	HARD/ITER	HARD/ITER
193	Satisfied for % of Sims	92,11%	92,48%	93,52%	16,00%
194	Satisfied for % of Valid Sims	100,00%	100,00%	100,00%	N/A
195	Penalty Function	N/A	N/A	N/A	N/A
196	Penalty of Best Result	N/A	N/A	N/A	N/A
197	Description				So o Bonny K7 (já negativo)
198	Definition				0 <= Est_Gebast!\$K\$7
199	Constraint Type				HARD/ITER
200	Satisfied for % of Sims				66,72%
201	Satisfied for % of Valid Sims				N/A
202	Penalty Function				N/A
203	Penalty of Best Result				N/A
204	Description				
205	Definition				
206	Constraint Type				
207	Satisfied for % of Sims				
208	Satisfied for % of Valid Sims				
209	Penalty Function				
210	Penalty of Best Result				
211	Description				

	A	S	T	U	V
1	RUN	#18: 06/07/00 00:03:12	#19: 11/07/00 09:24:33	#20: 23/07/00 15:53:58	#21: 05/08/00 11:15:19
212	Definition				
213	Constraint Type				
214	Satisfied for % of Sims				
215	Satisfied for % of Valid Sims				
216	Penalty Function				
217	Penalty of Best Result				
218					
219	ADJUSTABLE CELLS				
220	Description	Sequenciamento de NTs	Sequenciamento de NTs	Sequenciamento de NTs	Sequenciamento de NTs
221	Solving Method	ORDER	ORDER	ORDER	ORDER
222	Number of Time Blocks	N/A	N/A	N/A	N/A
223	Const/Prec Range	N/A	N/A	N/A	N/A
224	Mutation Rate	auto	auto	auto	auto
225	Crossover Rate	0,5	0,5	0,5	0,5
226	Input Cell/Range Constraint	Pierres:\$M\$7.\$M\$13	Pierres:\$M\$7.\$M\$13	Pierres:\$M\$7.\$M\$13	Pierres:\$M\$7.\$M\$13
227	Operator #1 (score)	Default parent selection (0)	Default parent selection (0)	Default parent selection (0)	Default parent selection (0)
228	Operator #2 (score)	Default mutation (0)	Default mutation (0)	Default mutation (0)	Default mutation (0)
229	Operator #3 (score)	Default crossover (0)	Default crossover (0)	Default crossover (0)	Default crossover (0)
230	Operator #4 (score)	Default backtrack (0)	Default backtrack (0)	Default backtrack (0)	Default backtrack (0)
231	Description	Sequencia no Osvat	Sequencia no Osvat	Sequencia no Osvat	Sequencia no Osvat
232	Solving Method	ORDER	ORDER	ORDER	ORDER
233	Number of Time Blocks	N/A	N/A	N/A	N/A
234	Const/Prec Range	N/A	N/A	N/A	N/A
235	Mutation Rate	auto	auto	auto	auto
236	Crossover Rate	0,5	0,5	0,5	0,5
237	Input Cell/Range Constraint	Ent_Osvat:\$B\$5.\$B\$14	Ent_Osvat:\$B\$5.\$B\$14	Ent_Osvat:\$B\$5.\$B\$14	Ent_Osvat:\$B\$5.\$B\$14
238	Description	Sequencia do Osvat	Sequencia do Osvat	Sequencia do Osvat	Sequencia do Osvat
239	Solving Method	ORDER	ORDER	ORDER	ORDER
240	Number of Time Blocks	N/A	N/A	N/A	N/A
241	Const/Prec Range	N/A	N/A	N/A	N/A
242	Mutation Rate	auto	auto	auto	auto
243	Crossover Rate	0,5	0,5	0,5	0,5
244	Input Cell/Range Constraint	Ent_Osvat:\$B\$5.\$B\$15	Ent_Osvat:\$B\$5.\$B\$15	Ent_Osvat:\$B\$5.\$B\$15	Ent_Osvat:\$B\$5.\$B\$15
245	Description	Atraso nos Itens	Atraso nos Itens	Atraso nos Itens	Atraso nos Itens
246	Solving Method	RECIPE	RECIPE	RECIPE	RECIPE

	A	S	T	U	V
1	RUN	#18: 06/07/00 00:03:12	#19: 11/07/00 09:24:33	#20: 23/07/00 15:53:58	#21: 05/08/00 11:15:19
247	Number of Time Blocks	N/A	N/A	N/A	N/A
248	Const/Prec Range	N/A	N/A	N/A	N/A
249	Mutation Rate	0,1	0,1	0,1	0,1
250	Crossover Rate	0,5	0,5	0,5	0,5
251	Input Cell/Range Constraint	0<=Ent_Osbat!\$H\$5:\$H\$15<=1 [INT]	0<=Ent_Osbat!\$H\$5:\$H\$15<=1 [INT]	0<=Ent_Osbat!\$H\$5:\$H\$15<=1 [INT]	0<=Ent_Osbat!\$H\$5:\$H\$15<=1 [INT]
252	Input Cell/Range Constraint	0<=Ent_Osvat!\$H\$5:\$H\$14<=1 [INT]	0<=Ent_Osvat!\$H\$5:\$H\$14<=1 [INT]	0<=Ent_Osvat!\$H\$5:\$H\$14<=1 [INT]	0<=Ent_Osvat!\$H\$5:\$H\$14<=1 [INT]
253					
254	OPTIONS				
255	Population Size	70	70	70	70
256	Pause On Error	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
257	Graph Progress	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
258	Update Display	On	On	On	On
259	Log Simulation Data	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO
260	Random Seed	189984 (Randomly Chosen)	6598720 (Randomly Chosen)	2037905 (Randomly Chosen)	643353 (Randomly Chosen)
261	Stop On Trials	N/A	N/A	N/A	N/A
262	Stop On Minutes	N/A	N/A	N/A	N/A
263	Stop On Change	N/A	N/A	N/A	N/A
264	Stop On Formula	N/A	N/A	N/A	N/A
265	Simulation Sampling Type	Latin Hypercube	Latin Hypercube	Latin Hypercube	Latin Hypercube
266	Simulations Use Same Seed	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
267	Simulations Stop	After 20 Iterations	After 20 Iterations	After 20 Iterations	After 20 Iterations
268	Stop Tolerance	N/A	N/A	N/A	N/A
269					
270	MACROS				
271	Start Of Optimization	N/A	N/A	N/A	N/A
272	Before Simulation	N/A	N/A	N/A	N/A
273	Before Iteration/Recalc	N/A	N/A	N/A	N/A
274	After Iteration/Recalc	N/A	N/A	N/A	N/A
275	After Simulation	N/A	N/A	N/A	N/A
276	After Storage	N/A	N/A	N/A	N/A
277	End Of Optimization	N/A	N/A	N/A	N/A
278					

	A	W	X	Y	Z
1	RUN	#22: 05/08/00 12:00:28	#23: 05/08/00 13:05:12	#24: 05/08/00 16:27:21	#25: 25-abr-01 13:57:33
2	Cell to Optimize	Pieresi\$A\$25	Pieresi\$A\$25	Pieresi\$A\$25	Pieresi\$A\$25
3	Optimization Goal	Minimum Mean	Minimum Mean	Minimum Mean	Minimum Mean
4					
5	RESULTS				
6	Valid Sims	0	296	296	461
7	Total Sims	2064	615	613	961
8	Original Value	N/A	388.635.416.666.155	423.619.791.666.173	380.583.333.329.996
9	+ soft constraint penalties	0	0	0	0
10	= result	N/A	388.635.416.666.155	423.619.791.666.173	380.583.333.329.996
11	Best Value Found	N/A	114.583.333.329.938	140.624.999.996.362	114.583.333.329.938
12	+ soft constraint penalties	0	0	0	0
13	= result	N/A	114.583.333.329.938	140.624.999.996.362	114.583.333.329.938
14	Occurred on trial #	N/A	182	271	189
15	Time to find this value	N/A	00:35:16	01:09:51	00:33:35
16	Stopped Because	Halted by User	Halted by User	Halted by User	Halted by User
17	Optimization Started At	11:35:43	12:16:52	15:14:10	12:56:11
18	Optimization Finished At	12:00:13	13:05:06	16:27:14	13:57:09
19	Total Optimization Time	00:23:53	00:48:01	01:12:42	01:00:47
20	Adjustable Cell	Pieresi\$M\$7	Pieresi\$M\$7	Pieresi\$M\$7	Pieresi\$M\$7
21	ORIGINAL	7	7	7	7
22	BEST	7	1	4	2
23	Adjustable Cell	Pieresi\$M\$8	Pieresi\$M\$8	Pieresi\$M\$8	Pieresi\$M\$8
24	ORIGINAL	6	6	6	1
25	BEST	6	2	3	1
26	Adjustable Cell	Pieresi\$M\$9	Pieresi\$M\$9	Pieresi\$M\$9	Pieresi\$M\$9
27	ORIGINAL	5	5	5	2
28	BEST	5	5	5	4
29	Adjustable Cell	Pieresi\$M\$10	Pieresi\$M\$10	Pieresi\$M\$10	Pieresi\$M\$10
30	ORIGINAL	4	4	4	3
31	BEST	4	3	2	3
32	Adjustable Cell	Pieresi\$M\$11	Pieresi\$M\$11	Pieresi\$M\$11	Pieresi\$M\$11
33	ORIGINAL	3	3	3	6
34	BEST	3	7	7	7
35	Adjustable Cell	Pieresi\$M\$12	Pieresi\$M\$12	Pieresi\$M\$12	Pieresi\$M\$12
36	ORIGINAL	2	2	2	4

	A	W	X	Y	Z
1	RUN	#22: 05/08/00 12:00:28	#23: 05/08/00 13:05:12	#24: 05/08/00 16:27:21	#25: 25-abr-01 13:57:33
37	BEST	2	6	6	6
38	Adjustable Cell	Pieres:\$M\$13	Pieres:\$M\$13	Pieres:\$M\$13	Pieres:\$M\$13
39	ORIGINAL	1	1	1	5
40	BEST	1	4	1	5
41	Adjustable Cell	Ent_Osvat:\$B\$5	Ent_Osvat:\$B\$5	Ent_Osvat:\$B\$5	Ent_Osvat:\$B\$5
42	ORIGINAL	1	1	1	1
43	BEST	1	1	1	1
44	Adjustable Cell	Ent_Osvat:\$B\$6	Ent_Osvat:\$B\$6	Ent_Osvat:\$B\$6	Ent_Osvat:\$B\$6
45	ORIGINAL	3	3	3	3
46	BEST	3	6	3	3
47	Adjustable Cell	Ent_Osvat:\$B\$7	Ent_Osvat:\$B\$7	Ent_Osvat:\$B\$7	Ent_Osvat:\$B\$7
48	ORIGINAL	8	8	8	9
49	BEST	8	8	9	9
50	Adjustable Cell	Ent_Osvat:\$B\$8	Ent_Osvat:\$B\$8	Ent_Osvat:\$B\$8	Ent_Osvat:\$B\$8
51	ORIGINAL	6	6	6	6
52	BEST	6	3	6	6
53	Adjustable Cell	Ent_Osvat:\$B\$9	Ent_Osvat:\$B\$9	Ent_Osvat:\$B\$9	Ent_Osvat:\$B\$9
54	ORIGINAL	2	2	2	2
55	BEST	2	2	2	2
56	Adjustable Cell	Ent_Osvat:\$B\$10	Ent_Osvat:\$B\$10	Ent_Osvat:\$B\$10	Ent_Osvat:\$B\$10
57	ORIGINAL	4	4	4	4
58	BEST	4	4	4	4
59	Adjustable Cell	Ent_Osvat:\$B\$11	Ent_Osvat:\$B\$11	Ent_Osvat:\$B\$11	Ent_Osvat:\$B\$11
60	ORIGINAL	5	5	5	5
61	BEST	5	5	5	5
62	Adjustable Cell	Ent_Osvat:\$B\$12	Ent_Osvat:\$B\$12	Ent_Osvat:\$B\$12	Ent_Osvat:\$B\$12
63	ORIGINAL	7	7	7	7
64	BEST	7	7	7	7
65	Adjustable Cell	Ent_Osvat:\$B\$13	Ent_Osvat:\$B\$13	Ent_Osvat:\$B\$13	Ent_Osvat:\$B\$13
66	ORIGINAL	9	9	9	10
67	BEST	9	9	10	10
68	Adjustable Cell	Ent_Osvat:\$B\$14	Ent_Osvat:\$B\$14	Ent_Osvat:\$B\$14	Ent_Osvat:\$B\$14
69	ORIGINAL	10	10	10	8
70	BEST	10	10	8	8
71	Adjustable Cell	Ent_Osvat:\$B\$5	Ent_Osvat:\$B\$5	Ent_Osvat:\$B\$5	Ent_Osvat:\$B\$5



	A	W	X	Y	Z
1	RUN	#22: 05/08/00 12:00:28	#23: 05/08/00 13:05:12	#24: 05/08/00 16:27:21	#25: 25-abr-01 13:57:33
72	ORIGINAL	1	1	1	1
73	BEST	1	1	1	1
74	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$6	Ent_Osbat!\$B\$6	Ent_Osbat!\$B\$6	Ent_Osbat!\$B\$6
75	ORIGINAL	3	3	3	3
76	BEST	3	3	3	3
77	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$7	Ent_Osbat!\$B\$7	Ent_Osbat!\$B\$7	Ent_Osbat!\$B\$7
78	ORIGINAL	5	5	5	7
79	BEST	5	5	7	7
80	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$8	Ent_Osbat!\$B\$8	Ent_Osbat!\$B\$8	Ent_Osbat!\$B\$8
81	ORIGINAL	2	2	2	2
82	BEST	2	2	2	2
83	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$9	Ent_Osbat!\$B\$9	Ent_Osbat!\$B\$9	Ent_Osbat!\$B\$9
84	ORIGINAL	4	4	4	4
85	BEST	4	9	4	4
86	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$10	Ent_Osbat!\$B\$10	Ent_Osbat!\$B\$10	Ent_Osbat!\$B\$10
87	ORIGINAL	10	10	10	10
88	BEST	10	10	10	10
89	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$11	Ent_Osbat!\$B\$11	Ent_Osbat!\$B\$11	Ent_Osbat!\$B\$11
90	ORIGINAL	11	11	11	11
91	BEST	11	11	11	11
92	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$12	Ent_Osbat!\$B\$12	Ent_Osbat!\$B\$12	Ent_Osbat!\$B\$12
93	ORIGINAL	7	7	7	8
94	BEST	7	7	8	8
95	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$13	Ent_Osbat!\$B\$13	Ent_Osbat!\$B\$13	Ent_Osbat!\$B\$13
96	ORIGINAL	6	6	6	6
97	BEST	6	6	6	6
98	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$14	Ent_Osbat!\$B\$14	Ent_Osbat!\$B\$14	Ent_Osbat!\$B\$14
99	ORIGINAL	8	8	8	5
100	BEST	8	4	5	5
101	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$15	Ent_Osbat!\$B\$15	Ent_Osbat!\$B\$15	Ent_Osbat!\$B\$15
102	ORIGINAL	9	9	9	9
103	BEST	9	8	9	9
104	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$H\$5	Ent_Osbat!\$H\$5	Ent_Osbat!\$H\$5	Ent_Osbat!\$H\$5
105	ORIGINAL	0	0	0	0
106	BEST	0	0	0	0

	A	W	X	Y	Z
1	RUN	#22: 05/08/00 12:00:28	#23: 05/08/00 13:05:12	#24: 05/08/00 16:27:21	#25: 25-abr-01 13:57:33
107	Adjustable Cell	Ent_Osbatl\$H\$6	Ent_Osbatl\$H\$6	Ent_Osbatl\$H\$6	Ent_Osbatl\$H\$6
108	ORIGINAL	0	0	0	0
109	BEST	0	0	0	0
110	Adjustable Cell	Ent_Osbatl\$H\$7	Ent_Osbatl\$H\$7	Ent_Osbatl\$H\$7	Ent_Osbatl\$H\$7
111	ORIGINAL	0	0	0	0
112	BEST	0	0	0	0
113	Adjustable Cell	Ent_Osbatl\$H\$8	Ent_Osbatl\$H\$8	Ent_Osbatl\$H\$8	Ent_Osbatl\$H\$8
114	ORIGINAL	0	0	0	0
115	BEST	0	0	0	0
116	Adjustable Cell	Ent_Osbatl\$H\$9	Ent_Osbatl\$H\$9	Ent_Osbatl\$H\$9	Ent_Osbatl\$H\$9
117	ORIGINAL	0	0	0	0
118	BEST	0	0	0	0
119	Adjustable Cell	Ent_Osbatl\$H\$10	Ent_Osbatl\$H\$10	Ent_Osbatl\$H\$10	Ent_Osbatl\$H\$10
120	ORIGINAL	0	0	0	0
121	BEST	0	0	0	0
122	Adjustable Cell	Ent_Osbatl\$H\$11	Ent_Osbatl\$H\$11	Ent_Osbatl\$H\$11	Ent_Osbatl\$H\$11
123	ORIGINAL	0	0	0	0
124	BEST	0	0	0	0
125	Adjustable Cell	Ent_Osbatl\$H\$12	Ent_Osbatl\$H\$12	Ent_Osbatl\$H\$12	Ent_Osbatl\$H\$12
126	ORIGINAL	0	0	0	0
127	BEST	0	0	0	0
128	Adjustable Cell	Ent_Osbatl\$H\$13	Ent_Osbatl\$H\$13	Ent_Osbatl\$H\$13	Ent_Osbatl\$H\$13
129	ORIGINAL	0	0	0	0
130	BEST	0	0	0	0
131	Adjustable Cell	Ent_Osbatl\$H\$14	Ent_Osbatl\$H\$14	Ent_Osbatl\$H\$14	Ent_Osbatl\$H\$14
132	ORIGINAL	0	0	0	0
133	BEST	0	0	0	0
134	Adjustable Cell	Ent_Osbatl\$H\$15	Ent_Osbatl\$H\$15	Ent_Osbatl\$H\$15	Ent_Osbatl\$H\$15
135	ORIGINAL	0	0	0	0
136	BEST	0	0	0	0
137	Adjustable Cell	Ent_Osbatl\$H\$5	Ent_Osbatl\$H\$5	Ent_Osbatl\$H\$5	Ent_Osbatl\$H\$5
138	ORIGINAL	0	0	0	0
139	BEST	0	0	0	0
140	Adjustable Cell	Ent_Osbatl\$H\$6	Ent_Osbatl\$H\$6	Ent_Osbatl\$H\$6	Ent_Osbatl\$H\$6
141	ORIGINAL	0	0	0	0

	A	W	X	Y	Z
1	RUN	#22: 05/08/00 12:00:28	#23: 05/08/00 13:05:12	#24: 05/08/00 16:27:21	#25: 25-abr-01 13:57:33
142	BEST	0	0	0	0
143	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$H7	Ent_Osvat!\$H7	Ent_Osvat!\$H7	Ent_Osvat!\$H7
144	ORIGINAL	0	0	0	0
145	BEST	0	0	0	0
146	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$H8	Ent_Osvat!\$H8	Ent_Osvat!\$H8	Ent_Osvat!\$H8
147	ORIGINAL	0	0	0	0
148	BEST	0	0	0	0
149	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$H9	Ent_Osvat!\$H9	Ent_Osvat!\$H9	Ent_Osvat!\$H9
150	ORIGINAL	0	0	0	0
151	BEST	0	0	0	0
152	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$H10	Ent_Osvat!\$H10	Ent_Osvat!\$H10	Ent_Osvat!\$H10
153	ORIGINAL	0	0	0	0
154	BEST	0	0	0	0
155	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$H11	Ent_Osvat!\$H11	Ent_Osvat!\$H11	Ent_Osvat!\$H11
156	ORIGINAL	0	0	0	0
157	BEST	0	0	0	0
158	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$H12	Ent_Osvat!\$H12	Ent_Osvat!\$H12	Ent_Osvat!\$H12
159	ORIGINAL	0	0	0	0
160	BEST	0	0	0	0
161	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$H13	Ent_Osvat!\$H13	Ent_Osvat!\$H13	Ent_Osvat!\$H13
162	ORIGINAL	0	0	0	0
163	BEST	0	0	0	0
164	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$H14	Ent_Osvat!\$H14	Ent_Osvat!\$H14	Ent_Osvat!\$H14
165	ORIGINAL	0	0	0	0
166	BEST	0	0	0	0
167					
168	CONSTRAINTS				
169	Description	Atende due data do Osvat	Atende due data do Osvat	Atende due data do Osvat	Atende due data do Osvat
170	Definition	=(Ent_Osvat!\$A\$23)	=(Ent_Osvat!\$A\$23)	=(Ent_Osvat!\$A\$23)	=(Ent_Osvat!\$A\$23)
171	Constraint Type	HARD/ITER	HARD/ITER	HARD/ITER	HARD/ITER
172	Satisfied for % of Sims	0,10%	58,54%	58,24%	56,92%
173	Satisfied for % of Valid Sims	N/A	100,00%	100,00%	100,00%
174	Penalty Function	N/A	N/A	N/A	N/A
175	Penalty of Best Result	N/A	N/A	N/A	N/A
176	Description	Atendimento due date osbat	Atendimento due date osbat	Atendimento due date osbat	Atendimento due date osbat

	A	W	X	Y	Z
1	RUN	#22: 05/08/00 12:00:28	#23: 05/08/00 13:05:12	#24: 05/08/00 16:27:21	#25: 25-abr-01 13:57:33
177	Definition	=(Ent_Osbat!\$A\$23)	=(Ent_Osbat!\$A\$23)	=(Ent_Osbat!\$A\$23)	=(Ent_Osbat!\$A\$23)
178	Constraint Type	HARD/ITER	HARD/ITER	HARD/ITER	HARD/ITER
179	Satisfied for % of Sims	0,05%	56,91%	55,63%	55,25%
180	Satisfied for % of Valid Sims	N/A	100,00%	100,00%	100,00%
181	Penalty Function	N/A	N/A	N/A	N/A
182	Penalty of Best Result	N/A	N/A	N/A	N/A
183	Description	Estoque positivos	Estoque positivos	Estoque positivos	Estoque positivos
184	Definition	0 <= Est_Gebast!\$C\$4:\$Q\$16	0 <= Est_Gebast!\$C\$4:\$Q\$16	0 <= Est_Gebast!\$C\$4:\$Q\$16	0 <= Est_Gebast!\$C\$4:\$Q\$16
185	Constraint Type	HARD/ITER	HARD/ITER	HARD/ITER	HARD/ITER
186	Satisfied for % of Sims	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
187	Satisfied for % of Valid Sims	N/A	100,00%	100,00%	100,00%
188	Penalty Function	N/A	N/A	N/A	N/A
189	Penalty of Best Result	N/A	N/A	N/A	N/A
190	Description	bonn	bonn	bonn	bonn
191	Definition	0 <= Est_Gebast!\$C\$7:\$Q\$7	0 <= Est_Gebast!\$C\$7:\$Q\$7	0 <= Est_Gebast!\$C\$7:\$Q\$7	0 <= Est_Gebast!\$C\$7:\$Q\$7
192	Constraint Type	HARD/ITER	HARD/ITER	HARD/ITER	HARD/ITER
193	Satisfied for % of Sims	16,52%	100,00%	100,00%	100,00%
194	Satisfied for % of Valid Sims	N/A	100,00%	100,00%	100,00%
195	Penalty Function	N/A	N/A	N/A	N/A
196	Penalty of Best Result	N/A	N/A	N/A	N/A
197	Description	bonn K	bonn K	bonn K	bonn K
198	Definition	0 <= Est_Gebast!\$K\$7	0 <= Est_Gebast!\$K\$7	0 <= Est_Gebast!\$K\$7	0 <= Est_Gebast!\$K\$7
199	Constraint Type	HARD/ITER	HARD/ITER	HARD/ITER	HARD/ITER
200	Satisfied for % of Sims	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
201	Satisfied for % of Valid Sims	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
202	Penalty Function	N/A	N/A	N/A	N/A
203	Penalty of Best Result	N/A	N/A	N/A	N/A
204	Description	bonn L	bonn L	bonn L	bonn L
205	Definition	0 <= Est_Gebast!\$L\$7	0 <= Est_Gebast!\$L\$7	0 <= Est_Gebast!\$L\$7	0 <= Est_Gebast!\$L\$7
206	Constraint Type	HARD/ITER	HARD/ITER	HARD/ITER	HARD/ITER
207	Satisfied for % of Sims	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
208	Satisfied for % of Valid Sims	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
209	Penalty Function	N/A	N/A	N/A	N/A
210	Penalty of Best Result	N/A	N/A	N/A	N/A
211	Description	bonn m	bonn m	bonn m	bonn m

	A	W	X	Y	Z
1	RUN	#22: 05/08/00 12:00:28	#23: 05/08/00 13:05:12	#24: 05/08/00 16:27:21	#25: 25-abr-01 13:57:33
212	Definition			0 <= Est_Gebast(\$M\$7	0 <= Est_Gebast(\$M\$7
213	Constraint Type			HARD/ITER	HARD/ITER
214	Satisfied for % of Sims			100,00%	100,00%
215	Satisfied for % of Valid Sims			100,00%	100,00%
216	Penalty Function			N/A	N/A
217	Penalty of Best Result			N/A	N/A
218					
219	ADJUSTABLE CELLS				
220	Description	Sequenciamento de NTs	Sequenciamento de NTs	Sequenciamento de NTs	Sequenciamento de NTs
221	Solving Method	ORDER	ORDER	ORDER	ORDER
222	Number of Time Blocks	N/A	N/A	N/A	N/A
223	Const/Prec Range	N/A	N/A	N/A	N/A
224	Mutation Rate	auto	auto	auto	auto
225	Crossover Rate	0,5	0,5	0,5	0,5
226	Input Cell/Range Constraint	Pieres:\$M\$7:\$M\$13	Pieres:\$M\$7:\$M\$13	Pieres:\$M\$7:\$M\$13	Pieres:\$M\$7:\$M\$13
227	Operator #1 (score)	Default parent selection (0)	Default parent selection (0)	Default parent selection (0)	Default parent selection (0)
228	Operator #2 (score)	Default mutation (0)	Default mutation (0)	Default mutation (0)	Default mutation (0)
229	Operator #3 (score)	Default crossover (0)	Default crossover (0)	Default crossover (0)	Default crossover (0)
230	Operator #4 (score)	Default backtrack (0)	Default backtrack (0)	Default backtrack (0)	Default backtrack (0)
231	Description	Sequencia no Osvat	Sequencia no Osvat	Sequencia no Osvat	Sequencia no Osvat
232	Solving Method	ORDER	ORDER	ORDER	ORDER
233	Number of Time Blocks	N/A	N/A	N/A	N/A
234	Const/Prec Range	N/A	N/A	N/A	N/A
235	Mutation Rate	auto	auto	auto	auto
236	Crossover Rate	0,5	0,5	0,5	0,5
237	Input Cell/Range Constraint	Ent_Osvat:\$B\$5:\$B\$14	Ent_Osvat:\$B\$5:\$B\$14	Ent_Osvat:\$B\$5:\$B\$14	Ent_Osvat:\$B\$5:\$B\$14
238	Description	Sequencia do Osvat	Sequencia do Osvat	Sequencia do Osvat	Sequencia do Osvat
239	Solving Method	ORDER	ORDER	ORDER	ORDER
240	Number of Time Blocks	N/A	N/A	N/A	N/A
241	Const/Prec Range	N/A	N/A	N/A	N/A
242	Mutation Rate	auto	auto	auto	auto
243	Crossover Rate	0,5	0,5	0,5	0,5
244	Input Cell/Range Constraint	Ent_Osvat:\$B\$5:\$B\$15	Ent_Osvat:\$B\$5:\$B\$15	Ent_Osvat:\$B\$5:\$B\$15	Ent_Osvat:\$B\$5:\$B\$15
245	Description	Atraso nos Itens	Atraso nos Itens	Atraso nos Itens	Atraso nos Itens
246	Solving Method	RECIPE	RECIPE	RECIPE	RECIPE



	A	W	X	Y	Z
1	RUN	#22: 05/08/00 12:00:28	#23: 05/08/00 13:05:12	#24: 05/08/00 16:27:21	#25: 25-abr-01 13:57:33
247	Number of Time Blocks	N/A	N/A	N/A	N/A
248	Const/Prec Range	N/A	N/A	N/A	N/A
249	Mutation Rate	0,1	0,1	0,1	0,1
250	Crossover Rate	0,5	0,5	0,5	0,5
251	Input Cell/Range Constraint	0<=Ent_Osbat\$H\$5:\$H\$15<=1 [INT]	0<=Ent_Osbat\$H\$5:\$H\$15<=1 [INT]	0<=Ent_Osbat\$H\$5:\$H\$15<=1 [INT]	0<=Ent_Osbat\$H\$5:\$H\$15<=1 [INT]
252	Input Cell/Range Constraint	0<=Ent_Osvat\$H\$5:\$H\$14<=1 [INT]	0<=Ent_Osvat\$H\$5:\$H\$14<=1 [INT]	0<=Ent_Osvat\$H\$5:\$H\$14<=1 [INT]	0<=Ent_Osvat\$H\$5:\$H\$14<=1 [INT]
253					
254	OPTIONS				
255	Population Size	70	70	70	70
256	Pause On Error	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
257	Graph Progress	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
258	Update Display	On	On	On	On
259	Log Simulation Data	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO
260	Random Seed	3012251 (Randomly Chosen)	5502668 (Randomly Chosen)	16134340 (Randomly Chosen)	1439338 (Randomly Chosen)
261	Stop On Trials	N/A	N/A	N/A	N/A
262	Stop On Minutes	N/A	N/A	N/A	N/A
263	Stop On Change	N/A	N/A	N/A	N/A
264	Stop On Formula	N/A	N/A	N/A	N/A
265	Simulation Sampling Type	Latin Hypercube	Latin Hypercube	Latin Hypercube	Latin Hypercube
266	Simulations Use Same Seed	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
267	Simulations Stop	After 20 Iterations	After 20 Iterations	After 20 Iterations	After 20 Iterations
268	Stop Tolerance	N/A	N/A	N/A	N/A
269					
270	MACROS				
271	Start Of Optimization	N/A	N/A	N/A	N/A
272	Before Simulation	N/A	N/A	N/A	N/A
273	Before Iteration/Recalc	N/A	N/A	N/A	N/A
274	After Iteration/Recalc	N/A	N/A	N/A	N/A
275	After Simulation	N/A	N/A	N/A	N/A
276	After Storage	N/A	N/A	N/A	N/A
277	End Of Optimization	N/A	N/A	N/A	N/A
278					

A		AA
1	RUN	#26: 25-abr-01 16:23:08
2	Cell to Optimize	Pieres:\$A\$25
3	Optimization Goal	Minimum Mean
4		
5	RESULTS	
6	Valid Sims	468
7	Total Sims	959
8	Original Value	648.437.499.991.633
9	+ soft constraint penalties	0
10	= result	648.437.499.991.633
11	Best Value Found	114.583.333.329.938
12	+ soft constraint penalties	0
13	= result	114.583.333.329.938
14	Occurred on trial #	100
15	Time to find this value	00:17:08
16	Stopped Because	Halted by User
17	Optimization Started At	14:49:44
18	Optimization Finished At	16:22:59
19	Total Optimization Time	01:33:03
20	Adjustable Cell	Pieres:\$M\$7
21	ORIGINAL	1
22	BEST	1
23	Adjustable Cell	Pieres:\$M\$8
24	ORIGINAL	2
25	BEST	2
26	Adjustable Cell	Pieres:\$M\$9
27	ORIGINAL	3
28	BEST	4
29	Adjustable Cell	Pieres:\$M\$10
30	ORIGINAL	4
31	BEST	3
32	Adjustable Cell	Pieres:\$M\$11
33	ORIGINAL	5
34	BEST	7
35	Adjustable Cell	Pieres:\$M\$12
36	ORIGINAL	6

		A	AA
1	RUN	#26: 25-abr-01 16:23:08	
37	BEST	6	
38	Adjustable Cell	Pieres:\$M\$13	
39	ORIGINAL	7	
40	BEST	5	
41	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$B\$5	
42	ORIGINAL	1	
43	BEST	2	
44	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$B\$6	
45	ORIGINAL	3	
46	BEST	3	
47	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$B\$7	
48	ORIGINAL	9	
49	BEST	9	
50	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$B\$8	
51	ORIGINAL	6	
52	BEST	6	
53	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$B\$9	
54	ORIGINAL	2	
55	BEST	1	
56	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$B\$10	
57	ORIGINAL	4	
58	BEST	4	
59	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$B\$11	
60	ORIGINAL	5	
61	BEST	5	
62	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$B\$12	
63	ORIGINAL	7	
64	BEST	7	
65	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$B\$13	
66	ORIGINAL	10	
67	BEST	10	
68	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$B\$14	
69	ORIGINAL	8	
70	BEST	8	
71	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$5	

	A	AA
1	RUN	#26: 25-abr-01 16:23:08
72	ORIGINAL	1
73	BEST	1
74	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$6
75	ORIGINAL	3
76	BEST	3
77	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$7
78	ORIGINAL	7
79	BEST	7
80	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$8
81	ORIGINAL	2
82	BEST	2
83	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$9
84	ORIGINAL	4
85	BEST	4
86	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$10
87	ORIGINAL	10
88	BEST	6
89	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$11
90	ORIGINAL	11
91	BEST	11
92	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$12
93	ORIGINAL	8
94	BEST	10
95	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$13
96	ORIGINAL	6
97	BEST	8
98	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$14
99	ORIGINAL	5
100	BEST	5
101	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$B\$15
102	ORIGINAL	9
103	BEST	9
104	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$H\$5
105	ORIGINAL	0
106	BEST	0

		A	AA
1	RUN	#26: 25-abr-01 16:23:08	
107	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$H\$6	
108	ORIGINAL	0	
109	BEST	0	
110	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$H\$7	
111	ORIGINAL	0	
112	BEST	0	
113	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$H\$8	
114	ORIGINAL	0	
115	BEST	0	
116	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$H\$9	
117	ORIGINAL	0	
118	BEST	0	
119	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$H\$10	
120	ORIGINAL	0	
121	BEST	0	
122	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$H\$11	
123	ORIGINAL	0	
124	BEST	0	
125	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$H\$12	
126	ORIGINAL	0	
127	BEST	0	
128	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$H\$13	
129	ORIGINAL	0	
130	BEST	0	
131	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$H\$14	
132	ORIGINAL	0	
133	BEST	0	
134	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$H\$15	
135	ORIGINAL	0	
136	BEST	0	
137	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$H\$5	
138	ORIGINAL	0	
139	BEST	0	
140	Adjustable Cell	Ent_Osbat!\$H\$6	
141	ORIGINAL	0	



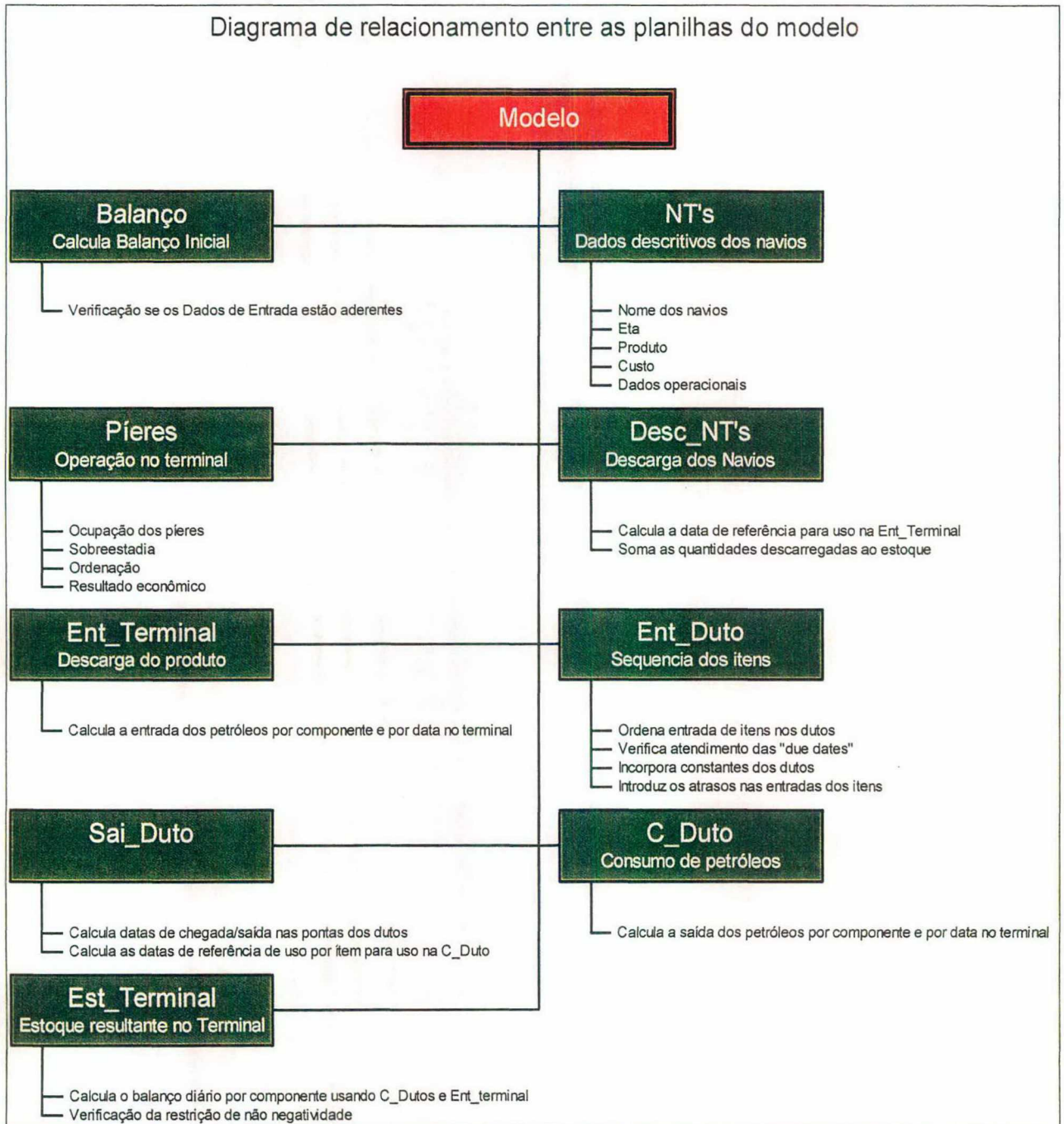
		A	AA
1	RUN	#26: 25-abr-01 16:23:08	
142	BEST	0	
143	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$H\$7	
144	ORIGINAL	0	
145	BEST	0	
146	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$H\$8.	
147	ORIGINAL	0	
148	BEST	0	
149	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$H\$9	
150	ORIGINAL	0	
151	BEST	0	
152	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$H\$10	
153	ORIGINAL	0	
154	BEST	0	
155	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$H\$11	
156	ORIGINAL	0	
157	BEST	0	
158	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$H\$12	
159	ORIGINAL	0	
160	BEST	0	
161	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$H\$13	
162	ORIGINAL	0	
163	BEST	0	
164	Adjustable Cell	Ent_Osvat!\$H\$14	
165	ORIGINAL	0	
166	BEST	0	
167			
168	CONSTRAINTS		
169	Description	Atende due data do Osvat	
170	Definition	=(Ent_Osvat!\$A\$23)	
171	Constraint Type	HARD/ITER	
172	Satisfied for % of Sims	57,46%	
173	Satisfied for % of Valid Sims	100,00%	
174	Penalty Function	N/A	
175	Penalty of Best Result	N/A	
176	Description	Atendimento due date osbat	

		A	AA
1	RUN	#26: 25-abr-01 16:23:08	
177	Definition	=(Ent_Osbat!\$A\$23)	
178	Constraint Type	HARD/ITER	
179	Satisfied for % of Sims	57,56%	
180	Satisfied for % of Valid Sims	100,00%	
181	Penalty Function	N/A	
182	Penalty of Best Result	N/A	
183	Description	Estoque positivos	
184	Definition	0 <= Est_Gebast!\$C\$4:\$Q\$16	
185	Constraint Type	HARD/ITER	
186	Satisfied for % of Sims	100,00%	
187	Satisfied for % of Valid Sims	100,00%	
188	Penalty Function	N/A	
189	Penalty of Best Result	N/A	
190	Description	Bonn	
191	Definition	0 <= Est_Gebast!\$C\$7:\$Q\$7	
192	Constraint Type	HARD/ITER	
193	Satisfied for % of Sims	100,00%	
194	Satisfied for % of Valid Sims	100,00%	
195	Penalty Function	N/A	
196	Penalty of Best Result	N/A	
197	Description	Bonn K	
198	Definition	0 <= Est_Gebast!\$K\$7	
199	Constraint Type	HARD/ITER	
200	Satisfied for % of Sims	100,00%	
201	Satisfied for % of Valid Sims	100,00%	
202	Penalty Function	N/A	
203	Penalty of Best Result	N/A	
204	Description	Bonn L	
205	Definition	0 <= Est_Gebast!\$L\$7	
206	Constraint Type	HARD/ITER	
207	Satisfied for % of Sims	100,00%	
208	Satisfied for % of Valid Sims	100,00%	
209	Penalty Function	N/A	
210	Penalty of Best Result	N/A	
211	Description	Bonn m	

	A	AA
1	RUN	#26: 25-abr-01 16:23:08
212	Definition	0 <= Est_Gebast!\$M\$7
213	Constraint Type	HARD/ITER
214	Satisfied for % of Sims	100,00%
215	Satisfied for % of Valid Sims	100,00%
216	Penalty Function	N/A
217	Penalty of Best Result	N/A
218		
219	ADJUSTABLE CELLS	
220	Description	Sequenciamento de NITs
221	Solving Method	ORDER
222	Number of Time Blocks	N/A
223	Const/Prec Range	N/A
224	Mutation Rate	auto
225	Crossover Rate	0,5
226	Input Cell/Range Constraint	Pierres!\$M\$7:\$M\$13
227	Operator #1 (score)	Default parent selection (0)
228	Operator #2 (score)	Default mutation (0)
229	Operator #3 (score)	Default crossover (0)
230	Operator #4 (score)	Default backtrack (0)
231	Description	Sequencia no Osvat
232	Solving Method	ORDER
233	Number of Time Blocks	N/A
234	Const/Prec Range	N/A
235	Mutation Rate	auto
236	Crossover Rate	0,5
237	Input Cell/Range Constraint	Ent Osvat!\$B\$5:\$B\$14
238	Description	Sequencia do Osvat
239	Solving Method	ORDER
240	Number of Time Blocks	N/A
241	Const/Prec Range	N/A
242	Mutation Rate	auto
243	Crossover Rate	0,5
244	Input Cell/Range Constraint	Ent Osbat!\$B\$5:\$B\$15
245	Description	Atraso nos Itens
246	Solving Method	RECIPE

	A	AA
1	RUN	#26: 25-abr-01 16:23:08
247	Number of Time Blocks	N/A
248	Const/Prec Range	N/A
249	Mutation Rate	0,1
250	Crossover Rate	0,5
251	Input Cell/Range Constraint	0<=Ent_Osbat!\$H\$5:\$H\$15<=1 [INT]
252	Input Cell/Range Constraint	0<=Ent_Osvat!\$H\$5:\$H\$14<=1 [INT]
253		
254	OPTIONS	
255	Population Size	70
256	Pause On Error	FALSO
257	Graph Progress	FALSO
258	Update Display	On
259	Log Simulation Data	VERDADEIRO
260	Random Seed	8266056 (Randomly Chosen)
261	Stop On Trials	N/A
262	Stop On Minutes	N/A
263	Stop On Change	N/A
264	Stop On Formula	N/A
265	Simulation Sampling Type	Latin Hypercube
266	Simulations Use Same Seed	FALSO
267	Simulations Stop	After 20 Iterations
268	Stop Tolerance	N/A
269		
270	MACROS	
271	Start Of Optimization	N/A
272	Before Simulation	N/A
273	Before Iteration/Recalc	N/A
274	After Iteration/Recalc	N/A
275	After Simulation	N/A
276	After Storage	N/A
277	End Of Optimization	N/A
278		

## 8.2 Anexo II – Relacionamento das planilhas





### 8.3 Anexo III – Resumo das simplificações consideradas

Nome	Descrição
Terminal terrestre	Por vezes, existem terminais intermediários de bombeamento e/ou armazenagem entre a origem e o destino final dos itens, inclusive podendo executar operações simultâneas de recebimento e envio. No problema os dutos ligam diretamente o terminal marítimo às refinarias
Interface entre itens	Os volumes dos itens são preservados, não havendo portando aumento ou redução no seu recebimento.
“Horo-sazonal”	Existem casos em que a tarifa de consumo de energia é substancialmente maior durante os horários de pico. Nesses casos costuma-se parar o bombeamento durante esse período, afetando o horário de chegada dos itens no nó oposto. Na simplificação, desconsiderou-se a existência do “horo-sazonal”.
Píeres	Nos terminais marítimos, cada píer tem uma capacidade diferente de operação, restringindo CALADO dos navios, LOA, bem como vazão de descarga. No problema, todos os navios podem operar indistintamente em qualquer píer, e a vazão de descarga é variável apenas do navio.
Item de bombeamento	Os itens de bombeamento só podem ser gerados a partir do estoque em terra disponível (não foi permitida a chamada operação pulmão), bem como não podem ser divididos em sub-itens.

Nome	Descrição
Custo dos navios	Os custos de sobreestadia dos navios são considerados desembolso, mesmo para os contratos em TCP ( time charter party).
Volume dos itens	O volume mínimo de cada item deve ser de 50% do volume do oleoduto, visando garantir que a cabeça do item predecessor tenha chegado ao destino antes do fim do bombeamento do item posterior na origem. Isso permite facilitar os cálculos das datas de chegada dos itens no destino.
Vazão dos itens	A vazão de bombeamento de itens em cada oleoduto é fixa, não variando com a viscosidade dos itens nem com a temperatura. Na realidade podem-se encontrar variações de até 30% na vazão de transferência de petróleos leves e pesados.
Destino	É desprezível o tempo adicional de recebimento em uma ou outra refinaria posicionada no nó oposto do duto.

#### 8.4 Anexo IV –Lista das Figuras

<i>Figura 1 - Sistema de suprimento de petróleo</i>	7
<i>Figura 2 - Cronograma esquemático do planejamento</i>	14
<i>Figura 3 - Desenho esquemático de uma cadeia de suprimento de petróleo</i>	16
<i>Figura 4 - Comparação entre os Processos de Otimização Tradicional X Simulação/Otimização [ROPT]</i>	28
<i>Figura 5 - Desenho esquemático do suprimento real de petróleo em SP</i>	36
<i>Figura 6 - Desenho esquemático do suprimento do sistema simplificado</i>	37
<i>Figura 7 - Resumo das rodadas do @RiskOptimizer</i>	47
<i>Figura 8 - Visão da planilha de verificação de viabilidade</i>	52
<i>Figura 9 - Visão da planilha navios</i>	53
<i>Figura 10 - Visão da planilha Píeres</i>	54
<i>Figura 11 - Visão da planilha Descarga dos Navios</i>	56
<i>Figura 12 - Visão da planilha de recebimentos no terminal oceânico</i>	58
<i>Figura 13 - Visão da planilha de envios dos itens para o duto</i>	59
<i>Figura 14 - Visão da planilha que calcula as datas de chegada dos itens ao destino</i>	62
<i>Figura 15 - Visão da planilha de saídas do terminal oceânico</i>	66
<i>Figura 16 - Estoque resultante no terminal oceânico</i>	68
<i>Figura 17 - Atributos principais dos navios</i>	70
<i>Figura 18 - Datas de inicialização dos píeres</i>	71



## 9 GLOSSÁRIO

---

- <sup>1</sup> Gargalo- Limite para uso de um subsistema unidade de processo ou sistema de transferência que é o determinante da capacidade máxima atribuída
- <sup>2</sup> Trade-off – Identificação da importância percebida pelo cliente a cada item de serviço oferecido, procurando obter a classificação relativa entre esses itens.
- <sup>3</sup> Campanha – Numa refinaria é o tempo em que uma unidade permanece com um único tipo de matéria prima e com o mesmo ajuste operacional. Ex: Campanha QAV (produzindo querosene para aviação), campanha RAT (produzindo carga pesada para unidade de craqueamento catalítico), campanha ASFALTO, etc..
- <sup>4</sup> Função de Penalidade – Uma formulação matemática vinculada a uma determinada restrição definida no modelo que ao invés de descartar totalmente o grupo de variáveis ajustáveis que o gerou, promove uma variação inversa ao desejado na função objetivo considerando-se a simulação como válida.
- <sup>5</sup> Pulmão – se refere à operação simultânea de recebimento e envio de um mesmo tanque de armazenamento.
- <sup>6</sup> Sangria - é uma operação similar à pulmão, diferindo apenas que a saída do produto é composta somente do produto que entra no tanque, não havendo portanto participação do produto anteriormente armazenado na composição de saída como ocorre na operação pulmão. Na operação sangria, a vazão de chegada do produto é sempre superior à vazão de saída.
- <sup>7</sup> Plano de produção – previsão de produção de cada refinaria, obtida através de cálculos que consideram, além dos petróleos recebidos, as paradas programadas, estoques, mercados a serem atendidos, etc.
- <sup>8</sup> Componentes – Como os petróleos são tratados em misturas, componentes são cada um dos diferentes tipos de cru que compõe a mistura considerada, bem como a sua percentagem.
- <sup>9</sup> Sobre-estadia – Na verdade, o termo é usado apenas quando um navio afretado por viagem (VCP) tem uma demora adicional àquela descrita no contrato, tanto na carga ou na descarga. No caso do problema causador da sobreestadia não ser oriundo do mau funcionamento do navio, o afretador desembolsará o valor estipulado sob o título de "demurrage". Como o termo foi ampliado pelo seu uso no dia a dia, o texto trata também como sobreestadia o custo das "demoras de estadia" causadas pelos navios afretados por tempo (TCP).
- <sup>10</sup> TCP – "Time Charter Party", modo de afretamento de navios, no qual o proprietário o aluga por tempo determinado para o afretador.
- <sup>11</sup> VCP – "Voyage Charter Party", modo de afretamento de navios, no qual o proprietário ou armador, aluga o navio para fazer uma determinada viagem.
- <sup>12</sup> Itens – Trata-se de uma mistura de um ou mais tipos de petróleos, que são consumidos nesta proporção nas refinarias e são criados através do bombeamento simultâneo de um ou dois diferentes tanques de armazenamento.
- <sup>13</sup> ETA – "Estimated Time Arriving", ou seja data de chegada estimada de um navio no terminal.
- <sup>14</sup> CSG – Custo de Sobreestadia Global é calculado multiplicando-se o fator de parada dos dutos pela soma de todas as sobreestadias de uma determinada ordem de operação de navios.
- <sup>15</sup> Tempo de atracação – É o tempo decorrente entre a chegada da praticagem a bordo do navio e o início efetivo da descarga do produto. No modelo usamos como simplificação um valor fixo (6 hs)
- <sup>16</sup> Tempo de Repouso – É o tempo decorrido entre o término do recebimento de um produto no tanque e início de seu bombeamento.

---

<sup>17</sup> Horo-sazonal – É uma faixa de horário de determinados dias da semana onde ocorrem reduções da vazão do bombeamento, ou mesmo a sua interrupção, devido ao alto custo da energia elétrica. Em geral coincide com os horários de pico de consumo elétrico.

<sup>18</sup> Data máxima – É um dado de entrada do sistema, que representa as datas limites de chegada de cada item nos tanques das refinarias de modo a viabilizar a seqüência de campanhas desejada.

<sup>19</sup> Estoque fungível – É o saldo da soma dos estoques de cada tipo de óleo que estão distribuídos nos diversos tanques de armazenamento, mesmo em mistura com outros tipos de óleo.

<sup>20</sup> Tag – Identificador alfanumérico que diferencia cada um dos itens de bombeamento programados para consumo nas refinarias. Através do TAG podem ser associadas outras características do item como composição, destino e data máxima requerida para recebimento.

<sup>21</sup> Mistura em linha – Processo de produção de um item em oleoduto, através da mistura dos componentes em proporções adequadas, durante o bombeamento para o oleoduto e os componentes se encontram em diferentes tanques.

<sup>22</sup> Calado.– É a profundidade máxima alcançada por um navio permitida para a atracação em um píer.

<sup>23</sup> Loa – Comprimento máximo de um navio, variável importante para avaliar se o navio possui características compatíveis com um determinado píer. O LOA incompatível inviabiliza a utilização da embarcação num porto