

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

**CENTRALIZAÇÃO DE ESTOQUES DE MATERIAIS PARA AS  
REFINARIAS DA PETROBRAS SITUADAS NO ESTADO DE  
SÃO PAULO**

**Dissertação de Mestrado**

**Cezar Augusto da Silveira**

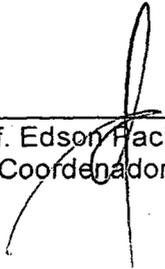
**Florianópolis 2002**

CEZAR AUGUSTO DA SILVEIRA

**CENTRALIZAÇÃO DE ESTOQUES DE MATERIAIS PARA AS REFINARIAS DA  
PETROBRAS SITUADAS NO ESTADO DE SÃO PAULO**

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

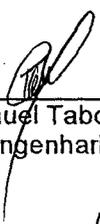
Florianópolis, 19 de Dezembro de 2002



---

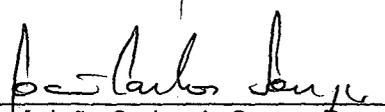
Prof. Edson Hacheco Paladini, Dr.  
Coordenador do Programa

Banca Examinadora



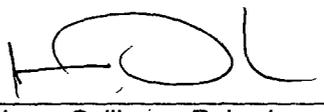
---

Prof. Carlos Manuel Taboada Rodriguez, Dr.  
Departamento Engenharia de Produção -UFSC  
Orientador



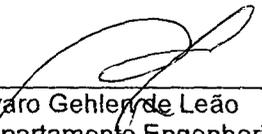
---

Prof. João Carlos de Souza, Dr.  
Departamento de Arquitetura- UFSC  
Membro



---

Prof. Álvaro Guillermo Rojas Lezana , Dr.  
Departamento de Engenharia de Produção -UFSC  
Membro



---

Alvaro Gehlen de Leão  
Departamento Engenharia de Produção- UFRGS  
Membro

**Cezar Augusto da Silveira**

**CENTRALIZAÇÃO DE ESTOQUES DE MATERIAIS PARA AS  
REFINARIAS DA PETROBRAS SITUADAS NO ESTADO DE SÃO  
PAULO**

Dissertação apresentada ao Corpo Docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, sob orientação do Professor Doutor Carlos Manoel Taboada Rodrigues, para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Produção com ênfase em Logística.

Defesa: 19/11/2002

Palavras-chave: Logística; Estoques; Centralização de Estoques

## **AGRADECIMENTOS**

A minha família, minha esposa Rosana e meus filhos Bruna e Allex, que entenderam a necessidade da minha dedicação a este trabalho, deixando de compartilhar alguns momentos junto a eles.

Ao colega de trabalho Eng. Marcos Graça, pelo apoio e colaboração no levantamento de dados de estoque necessários para a elaboração desta dissertação.

Ao meu orientador, Professor Doutor Carlos Manoel Taboada Rodrigues, pela orientação e palavras de apoio que me encorajaram na condução e término deste trabalho.

Ao Gerente Executivo da Unidade de Materiais, Mestre em Engenharia de Produção com ênfase em Logística, pela Universidade Federal de Santa Catarina, Eng. Armando Oscar Cavanha Filho, pela indicação para realização do mestrado e por acreditar na minha competência para concluí-lo.

A todos professores que ministraram o curso e contribuíram indiretamente para a base do desenvolvimento deste trabalho.

## SUMÁRIO

	<b>Pág.</b>
<b>LISTA DE QUADROS</b>	vii
<b>LISTA DE ANEXOS</b>	viii
<b>RESUMO</b>	ix
<b>ABSTRACT</b>	x
<b>CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO</b>	1
1.1 - Descrição do problema	1
1.2 - Objetivos do trabalho	4
1.3 – Limitações do escopo do trabalho	4
1.4 – Estrutura do trabalho	4
<b>CAPÍTULO 2 – A HISTÓRIA DO PETRÓLEO NO BRASIL E A PETROBRAS</b>	6
<b>CAPÍTULO 3 – A LOGÍSTICA</b>	16
3.1 – O Conceito de Logística	16
3.2 – A Administração de Materiais	22
3.3 – O Serviço ao Cliente	23
3.4 – O Controle dos Estoques	29
3.5 – Os Custos dos Estoques	33
<b>CAPÍTULO 4 – MODELOS DE CENTRALIZAÇÃO DE ESTOQUES</b>	40
4.1 – A História Recente das Pesquisas	

de Centralização de Estoques	40
4.2 – O Efeito da Centralização dos Estoques	41
<b>CAPÍTULO 5 – SITUAÇÃO ATUAL E A APLICAÇÃO DO MODELO SELECIONADO</b>	<b>53</b>
5.1 – Comentários Gerais	53
5.2 – Descrição da Situação Estudada	54
5.3 – Custos de Estoques	55
5.4 – Classificação quanto à Natureza dos Estoques	57
5.5 – Classificação de Gestão	57
5.6 – Metodologia Adotada	59
5.7 – Critérios de Análise e Interpretação dos Resultados	60
<b>CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b>	<b>65</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>68</b>
<b>ANEXO 1 – RELAÇÃO DE ITENS COMUNS ÀS QUATRO REFINARIAS</b>	<b>71</b>
<b>ANEXO 2 – PLANILHAS DE CÁLCULO DO PE, POR ITEM</b>	<b>77</b>

## **LISTA DE QUADROS**

**Quadro 1 – Efeito da Correlação de Demandas e a Magnitude sobre o PE (I)**

**Quadro 2 – Efeito da Correlação de Demandas e a Magnitude sobre o PE (II)**

**Quadro 3 – Consumo Mensal do Item 4**

**Quadro 4 – Efeito da Correlação de Demandas e a Magnitude sobre o PE (Refinarias)**

**Quadro 5 – Custos Operacionais de Suprimento de Materiais**

**Quadro 6 – Volume Total de Estoques de Materiais, por Refinaria**

**Quadro 7 – Quadro de Consolidação das Planilhas de Cálculo**

## **LISTA DE ANEXOS**

**Anexo 1 – Relação de Itens Comuns às Quatro Refinarias**

**Anexo 2 – Planilhas de Cálculo do Portfolio Effect, por Item**

Resumo da dissertação de mestrado apresentada à Universidade de Santa Catarina para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção

## **CENTRALIZAÇÃO DE ESTOQUES DE MATERIAIS PARA AS REFINARIAS DA PETROBRAS SITUADAS NO ESTADO DE SÃO PAULO**

Estudo de caso para as Refinarias da Petrobras localizadas no Estado de São Paulo.  
Cezar Augusto da Silveira - 19 de Novembro de 2002  
Orientador: Carlos M. Taboada Rodrigues

Este trabalho teve por objetivo verificar a redução de estoques de materiais que pode ser conseguida através da centralização dos estoques de Unidades de Negócio da Petrobrás. Isto foi feito por meio de um estudo de caso envolvendo as quatro refinarias situadas no Estado de São Paulo, considerando a demanda histórica de itens selecionados, das quatro refinarias..

Cabe enfatizar que este trabalho trata dos estoques de materiais, o que inclui equipamentos, necessários à continuidade operacional das instalações industriais da Petrobrás. Não considera os estoques de petróleo e seus derivados.

Além disso, visa divulgar uma metodologia, de aplicação relativamente simples, que subsidie a tomada de decisão das gerências através de dados, quanto ao potencial de redução de estoques por meio da centralização dos mesmos. Esta centralização considera a gestão dos estoques e não, necessariamente, a centralização física.

Este tipo de redução é feito por ocasião da formação de estoques, já que prevê a existência de um volume menor dos itens para garantir a continuidade operacional. Com isso, é possível reduzir a possibilidade de perdas de estoque através de obsolescência, roubos, sinistros, sobras etc, que levam muitas empresas a se desfazerem de seus estoques inservíveis através de sucateamento ou utilizações menos nobres. Também permite que as empresas tenham menores custos financeiros para manter seus estoques.

Foram escolhidas estas refinarias pelo fato de serem órgãos operacionais de natureza semelhante, com itens de estoque também semelhantes e estarem próximas umas das outras, permitindo o envio de itens entre as refinarias em até cerca de quatro horas, por rodovia.

Foi escolhido o método do *Portfolio Effect*, que prevê um tratamento estatístico da demanda dos itens, o que já é bastante conhecido pela área de gestão de estoques dos órgãos da Petrobras e por considerar pressuposições semelhantes ao caso estudado nesta dissertação.

Assim, foram aplicadas as fórmulas do *Portfolio Effect* para os dezesseis itens que representavam 51% do valor total dos itens comuns. O potencial de redução médio calculado para esses itens foi de 23,40% sendo que um dos itens apresentou redução de 51%.

Numa situação real, a decisão quanto à centralização deve considerar, também, os novos custos de emissão de pedidos locais, de transportes, de espaço ocupado, de pessoal e outros custos contábeis aplicáveis.

O trabalho considerou, apenas, os itens comuns consumidos pelas quatro refinarias. O potencial de ganho poderá aumentar se forem considerados, também, os itens consumidos por somente duas e por somente três refinarias.

Abstract of the Master Essay presented to Universidade Federal de Santa Catarina for obtaining the degree of Master in Production Engineering.

## **MATERIAL INVENTORY CENTRALIZATION FOR THE PETROBRAS REFINERIES IN SÃO PAULO STATE**

This work has the purpose of verifying the effect of inventory centralization, considering Petrobras business units. For this purpose it was used a case study involving the four Petrobras refineries located in São Paulo State.

This work considers the material inventory which includes equipments necessary to operational continuity. So, it does not consider petroleum and their products.

Moreover, this work establishes a methodology that helps managers to decide if they must centralize or not the material inventories. Such centralization considers the inventories control. It is not necessary to centralize them physically. This kind of inventories reduction is a preventive one. So, it is possible to reduce the losses, thefts and the like. The financial costs can be lower too.

The refineries mentioned above were chosen because of their similarities regarding material inventories and demands. Moreover they are at a maximum distance of 350 Km by road, what allows material transferences among these refineries in about four hours.

This study has considered the demands of the selected material items for the mentioned refineries.

It was verified the application of the Portfolio Effect model, developed by ZINN, W., LEVY, M., BOWERSOX, D. J., (1989), considering that it has similar assumptions to the considered refineries. This model deals with statistical data, which is well known in Petrobras. So, the Portfolio Effect was applied for the sixteen items that represent 51% of the total common items value. The results have shown an inventory average reduction of 23,40%, considering all types of common items consumed by the four refineries.

In a real situation regarding the inventories centralization, it's necessary to consider the new costs of purchasing, transport, warehouse, human resources and other accountable costs.

This work has considered only the common items used by the four refineries. The potencial of reduction can be improved if it is taken into account the common itens used by two and by three refineries too.

## CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

### 1.1 - Descrição do problema

Até o final da década de 80, o mercado brasileiro conhecia, somente, a concorrência interna. As grandes empresas, de um modo geral multinacionais ou estatais, dominavam seu segmento e mantinham uma participação de mercado (*market share*) bastante alta e com certa tranqüilidade. Seus concorrentes, geralmente muito menores, restringiam-se aos segmentos menos significativos que não interessavam às grandes empresas.

As empresas competiam com outras de cultura semelhante, com as mesmas limitações legais, baixos índices de investimento em pesquisa e desenvolvimento e com pouco risco de verem suas posições ameaçadas.

Por esse motivo, os produtos fabricados no País apresentavam tecnologia muito atrasada em relação aos similares fabricados no exterior.

Este panorama sobrevivia devido às rígidas barreiras alfandegárias que geravam uma espécie de ferrolho na economia brasileira, inviabilizando a entrada e saída de produtos bem como a absorção de novas tecnologias já desenvolvidas no exterior.

A partir dos anos 90, foi iniciada a abertura da economia brasileira, acompanhada da privatização de um grande número de empresas que, anteriormente em mãos do Governo Federal, não tinham condições de investir adequadamente em pesquisas e desenvolvimento.

Esta abertura tem forçado as empresas brasileiras a considerarem, em seus planejamentos, o mercado mundial incluindo não só novos clientes espalhados pelo mundo todo como, também, concorrentes muito mais preparados para a competição, com tecnologias atualizadas, alta qualidade e baixos custos. Assim, as empresas não podem ignorar os movimentos das concorrentes, mesmo que estas estejam em outros países, mas devem buscar permanente atualização quanto às tendências econômicas, situações competitivas ou inovação tecnológica.

Isso tem trazido algumas práticas até há pouco tempo desconhecidas como, por exemplo, o caso de empresas americanas que desenvolvem um produto nos Estados Unidos, contratam sua fabricação na Ásia, tendo em vista o baixo custo da mão-de-obra e o vendem na Europa.

Essa mudança radical do cenário impactou fortemente as empresas no Brasil, que foram surpreendidas com a velocidade com que foi feita a desregulamentação dos mercados e se viram numa competição impiedosa antes mesmo que se preparassem para tal. Foram forçadas, assim, a buscar a competitividade em nível global num período muito curto.

Por outro lado, recursos financeiros são difíceis e custam caro para as empresas. Isso tudo levou grande parte das empresas brasileiras a buscar fusões e associações com outras, não só no Brasil mas em todo o mundo.

O novo cenário, como foi dito acima, foi implantado de uma forma muito rápida, não dando tempo para que muitas empresas se preparassem para enfrentar um nível de competição até então desconhecido. Muitas empresas sucumbiram neste novo ambiente. Outras, mesmo algumas de tradição no País, procuraram fazer associações e fusões com empresas reconhecidas internacionalmente, visando à absorção de novas tecnologias e a obtenção de recursos financeiros para investimentos em instalações mais modernas gerando maiores produções, com conseqüentes ganhos de escala, mais alto nível de qualidade e menores custos.

As empresas brasileiras, a partir de então, tem vivido num ambiente competitivo como nunca haviam experimentado antes.

Houve, então, a necessidade de se rever toda a estratégia das empresas visando a busca de "vantagem competitiva", fator que as diferenciasse das concorrentes, aos olhos dos clientes. Dessa forma, custos, qualidade e serviço ao cliente tornaram-se temas vitais para sua sobrevivência.

A Petróleo Brasileiro S.A. - Petrobras, criada em 1953 e, ainda hoje, maior empresa brasileira, permanece estatal, atuando do setor de petróleo e gás, vem se preparando intensamente para manter-se como maior empresa deste setor no País, mesmo diante da nova concorrência que vem crescendo desde que o seu monopólio, estabelecido pela Lei nº 2.004/53, foi quebrado pela Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997. Essa concorrência, incentivada pela Agência Nacional do Petróleo (ANP), vem aumentando com a chegada no País de fortes competidores internacionais.

Para tanto, a Petrobrás passou por um grande processo de reestruturação, quando foram criadas as Unidades de Negócio, com foco na obtenção de resultados, que se caracterizam por uma maior autonomia de gestão dada aos órgãos operacionais que, em contrapartida, assumem a responsabilidade por metas de desempenho financeiro previamente acordadas com a alta administração da Companhia.

A priorização na obtenção de resultados, aliada à cultura de se manter a continuidade operacional e o tipo de estrutura organizacional, em que as Unidades de Negócio possuem, cada uma, seu próprio sistema local de suprimento de materiais, que inclui seus próprios estoques de materiais, além das atividades de compras locais, tem levado a uma forte tendência de formação de estoques. Periodicamente são feitas campanhas de redução de estoques, geralmente com a coordenação de órgãos corporativos da sede, ocasião em que se observa quedas significativas, principalmente nos estoques inativos, que são compostos pelos itens sem perspectivas de utilização no curto prazo.

Entretanto, passada a campanha, observa-se, outra vez, o crescimento destes estoques. Cabe observar que, durante as campanhas, nem sempre é dada a melhor destinação para os materiais. Uma das formas indesejáveis de redução de estoques é através do sucateamento, ocasião em que os materiais são vendidos a peso. Considerando que foram comprados a preço de mercado, muitas vezes, com tecnologia embutida no preço, pode-se considerar perdas de até 99%. Há, entretanto, casos em que os materiais são aproveitados na própria empresa, em aplicações menos nobres, por exemplo, a utilização de tubo de aço especial onde a especificação de projeto pede, apenas, aço comum. Estas são, contudo, formas de redução corretivas de estoques que trazem perdas para a Cia. Para evitar ou minimizar este problema, é necessário que se gerencie melhor a formação de estoques, buscando manter apenas a quantidade mínima de itens necessários sem comprometer a continuidade operacional, o que vem a ser uns dos *trade-offs* mais importantes da administração de materiais.

A área de suprimento de material da Petrobrás envolve valores altamente significativos. De acordo com a revista EXAME – MELHORES E MAIORES, de julho de 2001, no ano de 2000, apenas 64 indústrias no Brasil tiveram faturamento bruto com vendas superior a US\$ 1 bilhão, aproximadamente R\$ 2,7 bilhão quando a taxa estava a R\$ 2,70 por dólar. Entretanto, só a área de suprimento de material da Petrobrás comprou, no ano de 2001, US\$ 1,5 bilhão, em materiais e equipamentos. E, em dezembro daquele ano, tinha em estoques US\$ 550 milhões. Cabe ressaltar que este volume em estoques foi conseguido somente no final de 2001, após grande esforço de redução. Em dezembro de 1999, por exemplo, o valor total dos estoques era de US\$ 760 milhões.

## **1.2 - Objetivos do trabalho**

Buscando propor uma solução para o problema acima mencionado, este trabalho procura desenvolver uma metodologia de redução dos estoques de materiais, que possa ser aplicada nas diversas Unidades de Negócio da Petrobrás, através da consolidação dos estoques de duas ou mais destas Unidades, através de um gerenciamento centralizado, considerando as demandas destes órgãos operacionais. Importante ressaltar que esta redução é obtida já por ocasião da formação dos estoques, isto é, não há necessidade de se manter as quantidades de itens atualmente mantidas minimizando, assim, os valores totais em estoque, seus custos financeiros, e as eventuais necessidades de reduções corretivas.

Para tanto, este trabalho é desenvolvido a partir de um estudo de caso que trata da consolidação dos estoques das quatro Refinarias da Petrobrás localizadas no Estado de São Paulo.

## **1.3 – Limitações do escopo do trabalho**

Este trabalho limita-se a estudar a redução de estoques de materiais que pode ser conseguida pela centralização da administração dos estoques das quatro refinarias paulistas. Não é seu escopo estudar outros fatores também importantes para a tomada de decisão como os custos logísticos e custos do processamento de pedidos. Também não é avaliada a possibilidade de centralização física dos itens, o que demandaria um estudo para determinação do melhor local de estocagem.

O trabalho é apresentado em 6 capítulos, conforme descritos sucintamente a seguir.

## **1.4 – Estrutura do trabalho**

O Capítulo 2 descreve, sucintamente, a indústria do petróleo no mundo e o ingresso do Brasil neste segmento da indústria, desde as primeiras prospecções até a criação da Petrobrás. São feitas algumas considerações sobre a evolução das atividades desta grande empresa no cenário brasileiro.

O Capítulo 3 aborda a logística de uma forma conceitual, como vista por alguns dos grandes mestres dessa área. Alguns temas da logística são abordados mais detalhadamente, especialmente a parte referente a custos, dando-se ênfase nos custos

de estoques.

O Capítulo 4 apresenta uma síntese da história recente dos estudos desenvolvidos no mundo sobre a centralização de estoques, mostrando como os diversos autores desenvolveram seus trabalhos, de um modo geral, aproveitando e aperfeiçoando ou complementando os trabalhos feitos anteriormente.

O Capítulo 5 descreve a situação atual de um caso a ser estudado, referente à quatro Refinarias da Petrobras e mostra a aplicação do modelo de centralização escolhido.

O Capítulo 6 apresenta as conclusões e recomendações e faz algumas considerações quanto a possibilidade de continuação ou complementação deste trabalho.

Os Anexos mostram a relação dos itens comuns utilizados pelas quatro Refinarias e as planilhas de cálculo da redução dos estoques de cada um dos itens selecionados.

## **CAPÍTULO 2 – A HISTÓRIA DO PETRÓLEO NO BRASIL E A PETROBRAS**

A disponibilidade de energia a custos adequados é, hoje, fator de segurança e desenvolvimento para os países. Neste contexto, o petróleo aparece como uma das mais se não a mais importante fonte de energia do mundo atual. Por esse motivo tem sido fator de intensas relações internacionais levando os países, por vezes, a conflitos militares.

Segundo MARINHO JR. (1989), as primeiras referências a petróleo, no Brasil, datam de 1864 e 1869 quando, através dos Decretos nº 3.352-A e 4.386 respectivamente, baixados pelo imperador do Brasil, foi dada autorização a Thomas Denny Sargent e Edward Pellew Wilson para extrair turfa e petróleo, além de outros minerais, à exceção dos diamantes. Ficou determinado, contudo, que as riquezas e os minerais de todas as espécies pertenciam ao domínio imperial.

Esse interesse pela pesquisa de petróleo no Brasil começou, assim, no século passado, quando o produto era usado, quase que unicamente, para iluminação. Contudo, a atividade de perfuração para exploração petrolífera no Brasil, só ocorreu em 1892, afirma MARINHO JR. (1989), quando Eugênio Ferreira de Camargo perfurou um poço, em São Paulo, na localidade de Bofete, para explorar um afloramento de rocha asfáltica encontrando, a cerca de 448 metros de profundidade, apenas dois barris de petróleo.

Nesta primeira fase, a exploração esteve a cargo também de órgãos públicos, em especial, o SGMB - Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, criado em 1919, o DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral e o governo do Estado de São Paulo, através da Empresa Paulista de Petróleo, em Rio Claro, também citado por MARINHO JR. (1989). A Primeira Guerra Mundial tornou-se forte impulsionador de algumas empresas privadas para a exploração dos primeiros indícios de rochas betuminosas. Faltavam, no entanto, recursos, equipamentos e pessoal qualificado. Neste período, entre 1864 e 1918, com todas as dificuldades e falta de recursos, característicos dessa época, foi que o SGMB conseguiu delimitar as bacias sedimentares brasileiras em quatro províncias petrolíferas: Amazônia (Acre, Amazonas e Pará), Nordeste (Maranhão, Piauí e parte de Goiás), Atlântico (litoral Nordeste, Recôncavo, Tucano, Espírito Santo e Campos) e Sul do Brasil (São Paulo, Paraná,

Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Mato Grosso) concluindo, assim, a fase que MARINHO JR. (1989) chama de “ a pré-história do petróleo no Brasil”. O período compreendido entre 1920 e 1933 foi considerado pelo autor citado acima, como uma fase de reconhecimentos geológicos, sem descobertas significativas. Nesta época, Monteiro Lobato já se destacava pela sua combatividade e patriotismo na busca de petróleo no Brasil.

Na década de 30, começou a nacionalização dos bens do subsolo. Até então, embora o setor privado, de capital nacional, como ressalta MARINHO JR. (1989), tivesse frustrado suas tentativas de achar petróleo em terras brasileiras, tinha conseguido agitar a opinião pública, provocando a intervenção do governo federal. Em 29 de abril de 1938, através do Decreto-lei nº 395, toda a atividade petrolífera foi declarada de utilidade pública incluindo a importação, exportação, transporte, distribuição e comércio do petróleo e seus derivados, no território nacional e bem assim a indústria de refinação de petróleo importado ou produzido no País. O Art 4º deste Decreto-lei também criou o Conselho Nacional do Petróleo (CNP), responsável pela pesquisa e lavra de jazidas de petróleo. Além disso, as jazidas de petróleo passaram a constituir patrimônio nacional.

Outro fato que marcou a segunda fase da história do petróleo no Brasil, foi a descoberta de petróleo em Lobato, na Bahia, em 21 de janeiro de 1939. Com isso, o CNP ampliou as pesquisas no Recôncavo baiano, onde começou a obter sucesso, a partir da descoberta de Candeias, em 1941, que foi o primeiro campo produtor.

A apostila “40 Anos de Trabalho da Petrobras: Uma História Brasileira de Sucesso”, sem identificação de autor e de data, existente na Biblioteca Central da Petrobras, situada no Edifício Sede da Empresa, à Av. República do Chile nº 65, Centro, Rio de Janeiro, primeiro andar, afirma que, em setembro de 1946 foi iniciada a constituição da Refinaria Nacional de Petróleo (hoje RLAM). Informa que a produção era pequena para o consumo nacional. Entretanto, contribuiu para a formação dos primeiros técnicos especializados na montagem desse tipo de empreendimento.

Essa refinaria veio de encontro aos sentimentos nacionalistas que já provocava debates através de jornais da época. Anteriormente, em 1941, a empresa americana Standard Oil tinha oferecido seus serviços e maquinaria para a instalação de uma refinaria no Brasil. Segundo MARINHO JR. (1989), o General Júlio Caetano da Horta Barbosa esclareceu ao presidente da República que isto seria ilegal, por ferir o Código de Minas, Artigo 6º. Afirmou, também, que além de ferir as disposições legais vigentes,

mudaria o rumo da política de petróleo, abandonando a orientação nacionalista, o que estava em perfeita harmonia com a das demais nações da América do Sul.

Havia, contudo, os que achavam que o aproveitamento de nossas reservas petrolíferas só seria possível com a entrada de capitais estrangeiros.

No início da década de 50, o petróleo já tinha se transformado em recurso de importância fundamental para o desenvolvimento econômico e a segurança do País. Foi assinada, pelo então Presidente da República Getúlio Vargas, a lei 2.004, em 3 de outubro de 1953, que instituiu o monopólio estatal do petróleo e criou a Petróleo Brasileiro S.A. – Petrobrás – para exercê-lo.

O capital inicial da nova empresa somava, segundo MARINHO JR. (1989), US\$ 165 milhões, soma bastante modesta se comparada aos US\$ 500 milhões com que a Pemex, empresa de petróleo mexicana, iniciara suas atividades. O acervo incluía 10 campos de petróleo e um de gás natural (em Aratu) no Recôncavo, os bens da Comissão de Industrialização do Xisto Betuminoso, a refinaria de Mataripe, as obras da refinaria de Cubatão, as obras da fábrica de fertilizantes, a Frota Nacional de Petroleiros, o material flutuante da Bahia e da Amazônia, bem como materiais equipamentos e outros bens utilizados nos trabalhos de sondagem, produção e outras atividades do CNP. No dia 10 de maio de 1954, era empossado, como primeiro presidente da Petrobras, o Coronel Juracy Magalhães, que vinha da Companhia Vale do Rio Doce.

O Brasil produzia, neste início, apenas 2,709 barris, segundo MARINHO JR. (1989), equivalente a 2,6% do consumo nacional. Suas reservas eram estimadas em 51 milhões de barris.

O mercado mundial era cartelizado e dominado por um oligopólio formado por cinco empresas norte-americanas, uma anglo-holandesa e uma inglesa, que eram denominadas “Sete Irmãs”. A apostila da Petrobrás, referenciada acima, ressalta que estas empresas não faziam investimentos significativos nos países subdesenvolvidos e pagavam valores baixos de “royalties” e impostos nos países onde exploravam as grandes reservas. Seu interesse limitava-se, apenas, ao lucro, sem nenhuma preocupação em contribuir com o desenvolvimento dos países detentores das reservas petrolíferas.

A apostila afirma ainda, que no Brasil, o consumo de derivados crescia a taxas de 20% ao ano, o que provocava uma grande evasão de divisas tendo em vista a necessidade de importação de quase todo o petróleo que o País necessitava.

A Petrobrás foi criada como empresa estatal pois a iniciativa privada não tinha recursos para investir nesta área. Também, não havia interesse por parte das empresas estrangeiras em investir no Brasil. Pelo contrário, incentivavam a idéia, defendida por muitos, de que o País não tinha reservas de petróleo viáveis, como informa a apostila. Todavia, a Standard Oil fazia propostas de “cooperação”, segundo MARINHO JR. (1989) exigindo, entretanto, que fosse feita uma emenda constitucional e algumas modificações nas leis gerais sobre petróleo. O Estado-Maior do Exército, sob a influência do General Horta Barbosa, todavia, colocava-se sempre contra qualquer tentativa de concessão ou “pressão imperialista”.

O autor mencionado acima, informa que a substituição do General Horta Barbosa pelo Coronel João Carlos Barreto deu início ao abrandamento do “nacionalismo corporativista”, permitindo as primeiras concessões, no mercado do refino, para companhias particulares.

Durante a Segunda Guerra Mundial, os carros tiveram que ser movidos a gasogênio, devido à impossibilidade de as grandes empresas estrangeiras suprirem o mercado brasileiro.

A Petrobrás tinha sido criada para exercer, em nome da União, o monopólio de exploração, produção, refino, transporte e comercialização do petróleo e seus derivados. Isto se deu após longa campanha popular. Tinha como missão suprir o mercado interno com petróleo e seus derivados, tanto pela produção no País como pela importação.

Havia, nessa ocasião, uma grande dificuldade tecnológica, tanto por parte dos profissionais da nova empresa quanto do mercado fornecedor nacional, que teve que ser rapidamente desenvolvido, com forte incentivo da Petrobrás, para substituir importações de materiais e equipamentos.

Segundo MARINHO JR. (1989), a Petrobras contratou o geólogo norte-americano Walter K. Link, antigo profissional da Standard Oil, para chefiar o Departamento de Exploração.

Visando à absorção rápida de tecnologia, foi feita também a contratação de uma grande quantidade de técnicos estrangeiros, além do envio de técnicos brasileiros para treinamento no exterior.

Nesta época, as universidades brasileiras começaram a formar turmas regulares de geólogos e a maioria dos técnicos da Petrobras passou a ser de brasileiros.

Todavia, a dependência do petróleo externo aumentou, devido ao grande crescimento do consumo interno. A apostila da Petrobras citada anteriormente afirma que descobertas feitas na região de Nova Olinda, em 1955, incentivaram ainda mais a campanha amazônica. MARINHO JR. (1989), confirma essa informação afirmando que o “The New York Times” proclamava Nova Olinda como a mais ruidosa ocorrência petrolífera do mundo desde as descobertas de óleo no Oriente Médio. Dois anos depois, foi descoberto petróleo na Bacia de Sergipe-Alagoas, em Jequiá. Esta foi a primeira fora do Recôncavo.

Ainda segundo o autor mencionado acima, em dezembro de 1958, a Petrobras atingia a produção de 61 mil barris por dia, ultrapassando a meta prometida de 40 mil e tendo saído de 6.877 barris por dia em 1956.

MARINHO JR. (1989), cita que, em 1961, o Relatório Link concluía que não havia, no Brasil, reservas de grande porte nas bacias sedimentares terrestres. Sugeria que, se a Petrobras quisesse permanecer na exploração petrolífera de larga escala e em base de competição internacional e se, ainda, tivesse recursos financeiros para tal, teria que explorar em outro país onde pudessem ser obtidas concessões e onde as possibilidades de encontrar petróleo fossem melhores. Essa afirmação é também feita na apostila da Petrobras. Walter Link, contudo, deu uma importante contribuição à Petrobras através da estruturação do DEPEX - Departamento de Exploração, formando técnicos de alta qualidade e tendo enviado, sistematicamente, profissionais para estudar em universidades americanas.

MARINHO JR. (1989) ressalta que se seguiram novas descobertas em bacias costeiras no Norte e no Leste brasileiro, deslocando os esforços para o Recôncavo, Tucano, Sergipe-Alagoas, onde em 1963 foi descoberto Carmópolis, até então o maior campo terrestre brasileiro e Barreirinhas. Esta descoberta contrariava o Relatório Link, divulgado dois anos antes.

A apostila da Petrobras “40 Anos de Trabalho da Petrobras: Uma História Brasileira de Sucesso”, afirma que, em 1967, foi realizado grande levantamento gravimétrico entre Cabo Frio e Recife, seguido do reconhecimento de bacias da plataforma continental, totalizando US\$ 3,8 bilhões de investimentos, nesta primeira fase, em atividades exploratórias e US\$ 1,6 bilhão em desenvolvimento de produção, sendo descobertas 58 acumulações de óleo e gás. Em 1968, as reservas já eram de  $1.247 \times 10^6$  barris e a produção brasileira de petróleo ultrapassava 160 mil barris por dia.

Em 1969, foi descoberto em terra, o Campo de São Mateus. Contudo, a insuficiência das descobertas, até então feitas, para o atendimento das necessidades internas, levaram a Petrobrás a criar, em 1972, a Braspetro, que pretendia buscar no exterior o petróleo que não havia sido descoberto em terras brasileiras.

Os investimento internos foram intensificados na área de refino, transporte e petroquímica, chamada de *downstream*.

A apostila da Petrobras afirma que, a partir dos anos 70 os países grandes produtores nacionalizaram suas reservas de petróleo. Com isso, as grandes corporações perderam suas concessões, fazendo com que o capital privado passasse a deter reservas suficientes para, somente, 10 anos de produção enquanto que as estatais detinham reservas conhecidas, para 51 anos.

No início dos anos 70, mais especificamente entre 1969 e 1974, chamado de segunda fase, de acordo com a apostila da Petrobras, foram intensificadas as pesquisas no mar, embora nesta época tivesse havido descoberta terrestre na Bacia do Espírito Santo. Entretanto, houve a primeira grande descoberta no mar, na Bacia de Campos.

A Petrobrás buscou, então, uma intensa capacitação dos seus técnicos e a assimilação de novas tecnologias através de contratação de consultorias externas.

O choque do petróleo, que tinha ocorrido em 1973, incentivou o retorno dos investimentos no mar e, em 1974, aconteceu a grande descoberta do campo de Garoupa, na Bacia de Campos, que marcou o início de um novo ciclo no Brasil. Os investimento alcançaram US\$ 3,7 bilhões em exploração e US\$ 1,2 bilhão em desenvolvimento de produção. As descobertas ainda mostravam que as mais importantes continuavam sendo as em terra, São Mateus, e Fazenda Cedro, no Espírito santo e Remanso, no Recôncavo. No mar, destacavam-se Ubarana, na Bacia Potiguar e, a mais importante, Garoupa, na Bacia de Campos. Ao final desta segunda fase, as reservas já atingiam  $1.445 \times 10^6$  barris e a produção de óleo era de 182 mil barris por dia, de acordo com a apostila da Petrobras.

MARINHO JR. (1989), informa que, em 1975, o ministro Shigeaki Ueki defendia os contratos de risco como “posição pessoal”, não oficial, entendendo que os mesmos poderiam trazer benefícios para o Brasil. Este autor acrescenta, ainda, que havia outras pessoas nos altos escalões do governo, que apoiavam esta idéia. Apenas evitavam declará-la publicamente, com receio da opinião pública. O autor informa que, em 9 de outubro de 1975, o governo federal assumiu, pela televisão, ter autorizado os contratos

de risco. O então presidente da Petrobrás, Ernesto Geisel, era contra a abertura do monopólio.

A perda das concessões, citadas anteriormente, fez com que as reservas brasileiras passassem a ser interessantes para as grandes empresas de petróleo do mundo, que se motivaram a investir em prospecção de petróleo no Brasil, através dos contratos de risco, no período de 1975 a 1988. Entretanto, nada encontraram de significativo.

Dentro deste período, a chamada terceira fase, entre 1975 e 1984, mostrou as bacias terrestres em declínio e a priorização dos investimento nas bacias marítimas, especialmente as em águas profundas, ainda de acordo com a apostila da Petrobras.

Foi criada a Paulipetro, estatal do governo de São Paulo, originária do consórcio Cesp (Companhia de Energia Elétrica de São Paulo) e IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) para explorar o petróleo através dos contratos de risco. Segundo MARINHO JR. (1989), a Paulipetro encerrou suas atividades em 1985 com um prejuízo irrecuperável, de US\$ 441 milhões, após fracassar em suas prospecções na Bacia do Paraná.

Entretanto, ainda neste período, segundo a apostila da Petrobrás, esta empresa desenvolvia tecnologia própria para a produção em lâminas d'água cada vez maiores e novas descobertas foram feitas na Bacia de Campos, como o campo gigante de Albacora, com lâmina d'água entre 400 e 1000 m, como informa a apostila da Petrobras. Cita, também, que em 1975, houve nova descoberta. O Campo de Namorado na Bacia de Campos, que foi o primeiro gigante da plataforma continental brasileira. Enquanto isso, foram feitas pequenas descobertas em terra. A Pecten fez a primeira descoberta através dos contratos de risco, o campo de gás de Merluza, na Bacia de Santos. A Azevedo Travassos descobriu pequenas acumulações no Rio Grande do Norte.

Em 1984, outro campo gigante foi descoberto pela Petrobrás, o campo de Albacora, na Bacia de Campos, além do Campo de Marimbá. A meta de 500 mil barris por dia foi atingida, com um ano de antecedência, em 1984, em relação ao planejado.

Os investimento somaram US\$ 18,5 bilhões em exploração e US\$ 24,1 bilhões em desenvolvimento da produção. Em 1984 trabalhavam na Petrobrás 589 geólogos e geofísicos de petróleo. As descobertas, 148 ao todo, foram de 98 em terra e 50 no mar. Ao final de 1984 as reservas totais brasileiras alcançavam  $4,29 \times 10^9$  barris. Tudo isso é citado na apostila da Petrobras.

MARINHO JR. (1989) informa que, em 28 de junho de 1984, a Petrobrás conseguiu atingir a meta de 500 mil barris por dia, um ano antes da meta prometida pelo então presidente Ueki. Também as reservas de petróleo aumentaram de 1 bilhão e 264 milhões de barris, em 1979, para 2 bilhões e 35 milhões, em 1984.

De acordo com a apostila da Petrobrás, citada anteriormente, durante a quarta fase, compreendida entre 1985 e 1997, a Bacia de Campos se destacou, definitivamente, como a mais importante área produtora do País.

A Petrobrás continuou desenvolvendo tecnologia própria e iniciou a prospecção em águas ultra-profundas. Alcançou a meta de produção de um milhão de barris diários. Descobertas de gás, óleo e condensado ocorreram em Urucu, na Bacia do Solimões e de óleo na Bacia de Santos.

A última grande descoberta em águas profundas, o Campo de Roncador, produz óleo de boa qualidade e mostra potencial para se tornar o maior campo brasileiro.

Foram perfurados 930 poços em terra e 549 no mar. As companhias estrangeiras, sob contrato de risco, perfuraram 71 poços em terra e 10 no mar, com resultados muito modestos.

Nesta fase, as mais importantes descobertas da Petrobrás, no mar, foram Marlim, Marlim Sul, Marlim Leste, Barracuda e Roncador, na Bacia de Campos, e Caravela na Bacia de Santos. Ao final de 1997, as reservas já alcançavam  $16,9 \times 10^9$  barris de óleo equivalente, que considera a reserva de gás, e a produção diária de 1.069.000 barris de óleo equivalente, informações técnicas extraídas da apostila da Petrobras.

Ainda em agosto de 1997, começou a vigorar a Lei 9.478/97 – a nova lei do petróleo no Brasil - que previa uma fase de transição para que a Petrobrás concluísse os projetos exploratórios em andamento. Como a Lei dava somente três anos para a Petrobrás iniciar a produção comercial dos poços por ela descobertos, foi necessário abrir mão de uma grande quantidade desses poços que, por falta de tempo e recursos, não seria possível iniciar sua exploração. Assim, em outubro de 1997, afirma a apostila da Petrobrás, em conformidade com a Lei, esta empresa requereu 133 áreas exploratórias, que correspondiam a menos de 12% da área sedimentar brasileira. As demais, foram, em grande parte, licitadas a partir de 1998 pela Agência Nacional do Petróleo – ANP, órgão regulador criado pelo Decreto N° 2.455.

A Petrobrás buscou, então, formar parcerias com empresas internacionais interessadas em explorar o petróleo no Brasil. Uma das conseqüências que já começam a ser vistas é o aumento da produção de gás natural, o que deverá influenciar o perfil da matriz

energética brasileira. Além da maior produção brasileira de gás natural, há a importação do gás boliviano. Muitas indústrias já se adaptaram para a nova fonte de energia e outras estão indo pelo mesmo caminho.

Muito se discutiu sobre a capacidade da Petrobrás de se manter num mercado competitivo, tendo em vista a confortável situação que esta empresa desfrutou em longos anos de monopólio. Houve quem comparasse a Petrobrás a um paquiderme, excessivamente lento com custos de terceiro mundo e sem condições de enfrentar a concorrência das grandes empresas internacionais de petróleo. Contudo, os prêmios da *Offshore Technology Conference* – OTC, evento que se realiza todos os anos em Houston, nos Estados Unidos, ganhos pela Petrobrás, em 1992 e 2001, conforme a apostila da Petrobrás e divulgado internamente, entre os empregados, pela presidência da empresa, são o reconhecimento internacional do esforço da Companhia na prospecção de petróleo em lâminas d'água superiores a 2.000 m, o que tem contribuído para promover mundialmente a imagem da Petrobras e do Brasil na indústria de petróleo em todo o mundo. Em carta aberta aos empregados, em 10/05/2002, o presidente da Petrobrás, Sr. Francisco Gros, informou que esta empresa já tinha perfurado 23 poços em profundidade superior a 2.000 m e que, ainda naquele ano, seriam perfurados mais 30 poços entre mil e dois mil metros e outros 18 acima de dois mil metros. Informou, ainda, que, no mês de abril daquele ano fora batido novo recorde mundial com a instalação de *manifold* submarino de injeção de gás *lift* em profundidade de 1885 m, no campo de Roncador, na Bacia de Campos. O equipamento, com aproximadamente 190 toneladas, foi instalado com método pioneiro desenvolvido por engenheiros da Petrobrás.

Em março de 2002, a Petrobrás bateu seu próprio recorde de produção, atingindo a média de 1 milhão e 501 mil barris por dia, conforme divulgado por carta aos empregados, do presidente da Petrobras.

A concorrência parecia estar fazendo bem à Petrobrás, contrariamente ao que pensavam alguns especialistas que previram o começo do fim da estatal, a partir da Lei 9.478, de agosto de 1997. Sua lucratividade passou a apresentar tendência de crescimento neste período e começaram a aparecer indícios de movimentos para frear o desenvolvimento desta empresa no Brasil. O jornal Valor Econômico, de 19/03/2002, ressaltou que, “passados cinco anos da aprovação da lei que instituiu a flexibilização do monopólio nas áreas de petróleo e combustíveis, a Petrobrás não apenas

consolidou sua liderança nos segmentos em que atuava como ampliou sua esfera de interesse”.

A empresa passou a atuar também em usinas termelétricas e gás e se tornou líder nesta área no País.

Seu faturamento, também aumentou. Em 1993, ficou em torno de R\$ 20 bilhões. Em 2001, ultrapassou R\$ 56 bilhões, conforme balanço da empresa divulgado pelos grandes jornais do País.

Além disso, a Petrobrás tem procurado alargar suas atividades fora do Brasil. Um exemplo foi a troca de ativos com a Repsol/YPF, da Argentina, ocorrida em dezembro de 2001. O presidente da Petrobrás, em carta aos empregados datada de 19/04/2002, considerou essa operação como um marco no processo de internacionalização da Companhia.

A Petrobrás recebeu o controle da EG3, quarta maior empresa da Argentina no segmento de *downstream*, com 700 postos, sendo 105 próprios, dois terminais de armazenagem, uma refinaria, uma fábrica de asfalto e outra de lubrificantes. Segundo o presidente Francisco Gros, a Petrobrás conquistou 11% do segundo maior mercado de derivados da América do Sul. Por outro lado, a Petrobrás cedeu à Repsol/YPF uma participação de 30% na REFAP S.A., 10% dos direitos de desenvolvimento do Campo de Albacora Leste e os direitos de fornecimento de derivados a 230 postos franqueados da BR Distribuidora.

Segundo o jornal Valor Econômico, acima mencionado, para o governo, a Petrobrás tinha, na ocasião, dois focos principais: consolidar sua presença na área de gás e energia derivada de seus próprios produtos, como o gás natural, e rever sua atuação no exterior, concentrando-se mais na América Latina, Costa da África e Golfo do México, “...onde o acompanhamento, a supervisão e mesmo a cultura é mais próxima à nossa”. Afirmou, ainda que havia uma clara visão do governo, segundo o Ministro Chefe da Casa Civil, Pedro Parente, que a Petrobras seria sempre uma alavanca a ser usada “quando os legítimos interesses empresariais da companhia coincidirem com o interesse do país”.

## **CAPÍTULO 3 – A LOGÍSTICA**

### **3.1 – O Conceito de Logística**

Um dos pontos onde se observa um consenso entre os grandes autores da bibliografia moderna de logística, é a necessidade de alta integração das operações logísticas. BOWERSOX (1996) afirma que a crença de que uma performance integrada produzirá melhores resultados que o gerenciamento independente das funções, é um paradigma fundamental da logística.

MARTIN CHRISTOPHER (1999) aborda a logística destacando, primeiramente, que o relacionamento com o cliente é a chave para lucros a longo prazo, o que ressalta a importância do serviço ao cliente. Os clientes, de um modo geral, vêm pouca diferença entre a maioria dos produtos concorrentes. A tendência é que estes produtos se tornem commodities. E é nesta hora que os serviços fazem a diferença, que geram vantagem competitiva. E o que viabiliza isso é a estratégia logística e o gerenciamento da cadeia de suprimentos.

Estas funções, juntamente com o marketing, estão permitindo se alcançar o tripé: “o produto certo, no lugar certo, na hora certa”.

A logística teve origem nos meios militares, tendo sido fator determinante de vitórias e derrotas em grandes guerras.

Segundo CHRISTOPHER (1999), a derrota da Inglaterra na Guerra da Independência dos Estados Unidos, por exemplo, deveu-se a um planejamento inadequado da logística, o que gerou grande dificuldade de fornecimento de armas e alimentos, que vinham da Inglaterra e, na Segunda Guerra Mundial, a logística teve, também, papel fundamental, pois a invasão da Europa pelas Forças Aliadas se apoiou num bem sucedido planejamento logístico.

MAGAD e AMOS (1995), detalham ainda mais o fato de a logística ter tido origem entre os militares. Mais especificamente, afirmam que o termo “logística” foi criado por volta de 1670, quando uma nova estrutura foi criada pelas forças armadas francesas. A posição de “Marechal General des Logis” era responsável pelo suprimento, transporte, seleção dos campos e determinação das marchas.

Apesar de conhecida e utilizada nos meios militares desde tempos remotos, somente a partir da década de 70 foi que as indústrias americanas começaram a adotar esta

estrutura organizacional, de forma crescente, devido à necessidade de controlar seus custos e operações, devido à então escassez de dinheiro e de energia, com a conseqüente elevação das tarifas. Mesmo assim, só mais recentemente as empresas perceberam sua importância na obtenção de vantagem competitiva.

A logística, como é vista atualmente, procura coordenar toda a cadeia de suprimento, através da coordenação do fluxo de materiais da fonte até o usuário, como um sistema integrado e não como uma série de atividades independentes. Inclui, também, o fluxo de informações nos dois sentidos, fornecedor de matéria-prima/usuário.

Isso significa sincronizar os sistemas internos da empresa aos seus interlocutores externos, ligando o mercado, a rede de distribuição, o processo de fabricação e a atividade de aquisição de matéria-prima, de tal modo que o nível de serviço aos clientes seja o mais elevado possível e com custos baixos, objetivando conquistar e, principalmente, manter os clientes através de vantagem competitiva.

Esta integração entre as funções dentro de uma empresa, é considerada um pré-requisito fundamental para o sucesso. Contudo, apenas esta integração interna é insuficiente para garantir que a empresa vá atingir suas metas de desempenho. A firma tem que incorporar, também, ao seu ambiente de integração, os clientes e fornecedores.

E, num mercado competitivo, em constante mutação, com os concorrentes buscando permanente aprimoramento, dentro de uma economia também dinâmica com freqüentes mudanças nas legislações, é responsabilidade das empresas proverem os serviços logísticos necessários para conquistar e manter vantagens competitivas.

Neste cenário, cabe à logística otimizar todo o fluxo de materiais, produtos acabados e serviços disponibilizando para os clientes quando e onde quiserem e na condição física que desejarem, aos mais baixos custos.

E a dificuldade reside no fato de que os consumidores estão, em geral, distantes dos pontos onde as matérias-primas, produtos ou serviços são produzidos.

Obviamente, isto torna-se um dos fatores que dificultam a realização do "tripé" citado acima, o produto certo, no lugar certo, na hora certa, devido aos problemas de tempo e espaço existente entre as matérias-primas e produção e entre produção e consumo.

A logística envolve a integração da informação, transporte, estoque, armazenamento, manuseio e embalagem de material. Esta visão global das atividades da empresa e que viabiliza sua otimização tem dado aos executivos de logística um grande destaque

dentro de suas empresas e os tem tornado profissionais procurados e valorizados no mercado de trabalho.

BALLOU (1995) dá a seguinte definição para a logística:

“A logística empresarial trata de todas atividades de movimentação e armazenagem, que facilitam o fluxo de produtos (inclui tanto bens como serviços) desde o ponto de aquisição da matéria-prima até o ponto de consumo final, assim como dos fluxos de informação que colocam os produtos em movimento, com o propósito de providenciar níveis de serviço adequados aos clientes a um custo razoável”.

Em 1991, o *Council of Logistics Management* – CLM reescreveu sua definição de logística, adotando a seguinte:

“A logística é o processo de planejamento, implementação e controle de um eficiente e efetivo fluxo e estocagem de bens, serviços e informação correlata do seu ponto de origem para o de consumo visando o atendimento das necessidades dos clientes”.

CHRISTOPHER (1999) define a logística da seguinte forma: “...é o processo de gerenciar estrategicamente a aquisição, movimentação e armazenagem de materiais, peças e produtos acabados (e os fluxos de informação correlatas) através da organização e seus canais de marketing, de modo a poder maximizar as lucratividades presente e futura através do atendimento dos pedidos a baixo custo”.

Todos os autores, de um modo geral, ressaltam a necessidade de gerenciamento de toda a movimentação desde a aquisição dos materiais até a distribuição dos produtos acabados. Mais recentemente, tem sido destacado, também, o serviço pós-venda.

Estrategicamente, o gerenciamento da logística busca a disponibilização de um determinado nível de serviço aos clientes através de processos semelhantes ou, o que seria melhor, processos superiores aos adotados pelas empresas líderes. O *trade-off* consiste em balancear o nível de serviço esperado com os custos de forma a poder atingir os objetivos do negócio.

O serviço logístico básico, segundo BOWERSOX (1996), é medido em termos de:

- disponibilidade, que consiste em dispor de estoque que atenda a necessidade de materiais ou de produto, dos clientes.
- performance operacional, refere-se ao período de tempo entre o recebimento de um pedido e a entrega do material ou produto.

- nível de confiança do serviço, que envolve a qualidade dos atributos da logística. Para isso, são necessários indicadores de performance que reflitam se a logística está ou não atingindo as metas estabelecidas.

Em síntese, o que pode ser deduzido da leitura de diversos autores é que o objetivo final e mais importante da logística é o de proporcionar vantagem competitiva, que considera uma superioridade duradoura sobre os concorrentes, em termos de preferência dos clientes. O concorrente que obtém maior sucesso, em qualquer setor da indústria, tende a ser o que produz a custos menores ou aquele que oferece um produto com maior diferença perceptível de valor. Na indústria automobilística, poderia ser exemplificado como produzir um carro popular (vantagem de custo) ou um Mercedes-Benz (vantagem de valor).

As empresas líderes buscam, permanentemente, ter vantagem de custo, pela alta produtividade, ou de valor ou, ainda, uma combinação das duas.

Observa-se que, mesmo as empresas que procuram ter vantagem de custo, buscam, também, criar uma imagem diferenciada para seus produtos em relação aos concorrentes.

O marketing trabalha com a idéia de que os clientes não compram um determinado produto pelo que ele é mas, sim, pelo que acreditam que ele proporcionará. E isso, se apóia na imagem que foi criada pelo produto. Muitas vezes, esse benefício é imensurável e caracteriza-se somente pela satisfação do cliente.

Se não obtiverem sucesso nessa meta de diferenciação, o cliente tenderá a ver o produto como uma *commodity* e, assim, preferirá, dentre os concorrentes, o que tiver melhor preço.

Mesmo assim, a tendência de os produtos se transformarem numa *commodity* é muito forte devido, principalmente, à rápida disseminação das tecnologias. Hoje em dia, copiar as empresas líderes ou mesmo um produto líder em venda, não é vergonha, pelo contrário, é um método que vem sendo adotado pelas grandes empresas do mundo todo, chamado de *benchmarking*.

A crescente dificuldade de se criar e manter fatores de diferenciação através da tecnologia, aponta para a necessidade de se buscar outros meios para isso. A tendência que se observa nos mercados altamente competitivos é o de perseguir esta diferenciação através dos serviços, como os de entrega, pós-venda, apoio técnico etc. E é aí que entra a logística, viabilizando um melhor nível de serviços com preços competitivos.

Nesse contexto, MICHAEL PORTER (1980) traz uma contribuição com o conceito de “cadeia de valor”:

“A vantagem competitiva não pode ser compreendida olhando-se para uma firma como um todo. Ela deriva de muitas atividades discretas que uma firma desempenha projetando, produzindo, comercializando, entregando e apoiando seu produto. Cada uma dessas atividades pode contribuir para a posição de custo relativo da firma e criar a base para a diferenciação. A cadeia de valor desdobra a firma em suas atividades estrategicamente relevantes, para compreender o comportamento dos custos e as fontes de diferenciação existentes ou potenciais. Uma firma ganha vantagem competitiva executando estas atividades estrategicamente importantes de maneira barata ou melhor do que seus concorrentes”.

Estas atividades da cadeia de valor, em geral, costumam ser classificadas como atividades primárias (logística de entrada, operações, logística de saída, marketing e vendas e assistência técnica) e atividades de apoio (infra-estrutura, gerenciamento de recursos humanos, desenvolvimento de tecnologia e aquisição).

Dentro dessas atividades, a logística pode, também, contribuir para o aumento da produtividade, atuando sobre a capacidade de produção, a redução de estoques, que é o escopo deste trabalho, a integração com os fornecedores em nível de planejamento e melhorar o nível de serviço ao cliente.

As empresas buscam encantar o cliente e, neste sentido, a logística trata-se de uma poderosa ferramenta para o atendimento das necessidades dos clientes através da coordenação dos fluxos de materiais e de informações que vão do mercado até a empresa, suas operações e para seus clientes e fornecedores.

Segundo BALLOU (1995), as atividades da logística também podem ser classificadas em primárias e de apoio.

As atividades primárias da logística, isto é, aquelas que são vitais para o atingimento dos objetivos logísticos de custo e nível de serviço, são os transportes, a manutenção de estoques e o processamento de pedidos.

As atividades de apoio são aquelas que apóiam as atividade primárias, como armazenagem, manuseio de materiais, embalagem de proteção, obtenção, manutenção de informações etc.

A manutenção de informações destaca-se como um dos fortes fatores de diferenciação e que muitas empresas ainda não perceberam. A falta de informação pode levar à perda de um cliente e, no entanto, há empresas que após a concretização de uma

venda, não se preocupam em mantê-lo informado com respeito ao processamento, data de entrega etc.

Para as empresas que já identificaram aí uma oportunidade de ganho, os sistemas de informação estão provocando mudanças no sentido de fortalecer as estratégias da logística competitiva. Os modernos sistemas de informação integram todas as funções da empresa, transmitindo, automaticamente, a partir de uma determinada atividade, dados que tem que ser passados para outras funções. Por exemplo, uma fatura gera, eletronicamente, a autorização de pagamento, manda a informação para a contabilidade, providencia o ressuprimento, etc. Além disso, bloqueia ações erradas ou não conformes com uma determinada política ou um procedimento.

Possibilita, também, o gerenciamento centralizado de estoques, viabilizando a manutenção de um estoque mínimo. Sem contar a redução dos tempos dos processos, redução dos custos de pessoal, etc.

Os sistemas de informação permitem, também, a redução de incertezas pois viabilizam a visão de uma ponta à outra do fluxo logístico, reduzindo, assim, as necessidades de estoques.

BALLOU (1995) complementa este raciocínio, afirmando que é imprescindível para o bom funcionamento da função logística a disponibilidade de informação quanto à localização dos clientes e fornecedores, o estágio de fabricação de matérias-primas e produtos, volumes de compras e estoques etc.

Segundo BOWERSOX (1996), houve época em que a importância da informação para a performance da logística era bem baixa, se comparada aos padrões atuais. Isso se devia à baixa confiabilidade e limitação de recursos. Hoje em dia, a tecnologia de informação atingiu níveis que a torna não só confiável como imprescindível. Isso faz com que a qualidade da informação disponibilizada seja fator vital para a empresa.

Cabe ressaltar, contudo, que informação de qualidade inadequada pode trazer problemas sérios para a produção. Esta qualidade refere-se a erros de previsão, que podem gerar estoques exagerados ou insuficientes, erros de especificação das exigências dos clientes, que podem gerar grandes perdas nos custos logísticos, etc.

A velocidade do fluxo de informações também tornou-se vital. O uso do EDI (*Electronic Data Interchange*), por exemplo, viabilizou a redução de custos através da menor necessidade de formação de estoques, menos funcionários envolvidos em processos transacionais e menores tempos de obtenção. Este EDI trata-se de um *software* que permite o contato eletrônico entre as empresas, para a emissão de pedidos, notas

fiscais, cobrança, pagamentos etc. Tudo com um mínimo de papel. O conceito *just-in-time*, por exemplo, não poderia abrir mão de uma tecnologia deste tipo.

A gerência de logística, por isso, deve sempre verificar se possui um sistema confiável, em condições de informar o cliente, a qualquer momento, sobre a posição de seus pedidos.

A tendência é que a logística se torne cada vez mais integrada às atividades das empresas e, assim, busque a otimização não propriamente da logística, mas sim dos resultados finais da empresa. E, com a chegada da globalização, com o comércio internacional se tornando a cada dia a saída para a colocação de produtos em maior escala, a logística adquire importância vital nas empresas gerando a necessidade de estas disporem de executivos altamente qualificados que busquem constante aperfeiçoamento no sentido de manterem vantagens competitivas em relação aos seus concorrentes.

### **3.2 – A Administração de Materiais**

A administração de materiais prevê o fluxo de matérias-primas e produtos para a empresa – *inbound*, diferentemente da distribuição física, que prevê a saída de produtos da empresa – *outbound*.

Até pouco tempo atrás, a literatura tratava quase que exclusivamente da distribuição física, esquecendo a administração de materiais, provavelmente por causa dos maiores valores envolvidos na distribuição. Atualmente, a administração de materiais está perfeitamente integrada à logística.

Segundo BALLOU (1995), as atividades principais da administração de materiais são:

- Inicialização e transmissão das ordens (pedidos) de compra.
- Transporte dos carregamentos até o local da fábrica.
- Manutenção dos estoques na planta.

O principal objetivo da administração de materiais é satisfazer às necessidades dos clientes internos como, por exemplo, as áreas de operações, manutenção, pesquisas, engenharia etc. Isto também se aplica às atividades de um banco, rede de lojas etc.

Estas necessidades são transformadas em pedidos de compra. O departamento de compra seleciona os fornecedores levando em consideração os aspectos importantes como qualidade intrínseca dos materiais por eles produzidos, a situação financeira e

econômica etc. Grandes empresas costumam ter um cadastro de fornecedores, previamente qualificados, que são consultados por ocasião das solicitações de compra dos clientes internos. A área de compra seleciona o fornecedor de acordo com critérios como preço, prazo de entrega e qualidade e coloca a ordem de compra. Materiais e equipamentos mais complexos, de demorada fabricação, são acompanhados de inspeções técnicas de prazo e qualidade desde a fase de fabricação até seu recebimento na empresa, quando é feita a inspeção de recebimento.

A responsabilidade pelo transporte do material ou equipamento é determinada por ocasião da contratação. Quando esta responsabilidade é do fornecedor, o custo do transporte costuma vir embutido no preço do material. Caso contrário, a empresa compradora providencia o transporte.

Após recebimento pela empresa compradora, o material pode ser entregue diretamente ao cliente interno que o solicitou ou ir para o local de armazenamento, ficando disponível para posterior uso.

Cabe à área de material determinar os estoques de segurança mínimos necessários para garantir a continuidade operacional.

VIANA (2000) chama a atenção para o fato que, nas empresas industriais e comerciais, os materiais concorrem, quase sempre, com mais de 50% do custo do produto vendido, o que faz com que os recursos alocados em estoques de materiais devam ser empregados sob a forma mais racional possível.

### **3.3 – O Serviço ao Cliente**

Como foi dito anteriormente, o objetivo final da logística é a satisfação do cliente. Isso pode gerar dúvidas em organizações cujos clientes estão dentro da própria empresa e que, por isso, estão distantes do mercado externo. É o caso da gerência de estoques ou de compra de matéria-prima.

O fato é que todos que executam um trabalho o fazem para um cliente externo ou interno. E, as empresas bem sucedidas, também verificam a qualidade dos serviços prestados internamente. É esta cadeia de clientes internos, que liga as pessoas ou órgãos da empresa, em todos os níveis, ao mercado, segundo CHRISTOPHER (1999). Os clientes internos repassam para seus prestadores de serviço os mesmos níveis de exigência que recebem dos clientes externos. Em grandes empresas já existe a

tendência de se terceirizar serviços que são prestados por órgãos internos mas que não satisfazem as exigências dos seus clientes.

LaLonde e Zinszer *apud* CHRISTOPHER (1999) pg 29, estudaram o entendimento que várias empresas tem de serviço ao cliente. Encontraram diferentes idéias, como:

- Todas as atividades necessárias para receber, processar, entregar e faturar os pedidos dos clientes e fazer o acompanhamento de qualquer atividade em que houve falha.
- Pontualidade e confiabilidade na entrega de materiais, de acordo com a expectativa do cliente.
- Um complexo de atividades envolvendo todas as áreas do negócio que se combinam para entregar e faturar os produtos da companhia de uma maneira que seja percebida como satisfatória pelo cliente e que demonstre os objetivos da companhia.
- O total de entradas de pedidos todas as comunicações com os clientes, todas as remessas, todos os fretes, todas as faturas e controle total dos reparos dos produtos.
- Entrega pontual e exata dos produtos pedidos pelos clientes, com um acompanhamento cuidadoso e resposta às perguntas, incluindo o envio pontual da fatura.

Todavia, como já foi dito anteriormente, a importância do serviço ao cliente é uma forma de retê-los. O marketing, de uma forma geral, preocupa-se mais em ganhar novos clientes do que em mantê-los. Seu enfoque principal é aumentar a participação no mercado. Entretanto, os clientes antigos costumam contribuir mais significativamente para os lucros que os novos. Mesmo porque, em geral, são em maior número e costumam divulgar para outros a respeito do atendimento que recebem. Além disso, reconquistar um cliente costuma ser mais difícil que mantê-lo. Por isso, a empresa deve procurar satisfazer os clientes de tal forma que eles não sintam a necessidade de procurar novos fornecedores.

Em suma, as empresas que desejarem ser líderes em seu ramo, não podem se limitar a investir apenas nas características do seu produto, pois estarão em desvantagem em relação às que utilizam os serviços para adicionar valor a estes produtos.

De qualquer forma, não se deve esquecer que níveis diferentes de serviço tem custos diferentes e, nem todos os clientes tem o mesmo nível de exigência. Assim, não vale a pena gastar mais para proporcionar um nível de serviço que o cliente não necessita. Ademais, segundo a Lei de Pareto, 20% dos clientes são responsáveis por aproximadamente 80% dos lucros. Por outro lado, 80% dos custos totais são de

responsabilidade de 20% dos clientes. É possível que alguns clientes estejam até gerando prejuízos para a firma ou reduzindo suas margens de lucro.

Isto mostra a necessidade de se identificar a lucratividade por cliente e desenvolver uma estratégia que maximize os lucros da empresa, priorizando aqueles clientes considerados mais importantes e, para estes, prestando os mais altos níveis de serviço.

### **Nível de serviço**

Como foi citado anteriormente, o serviço ao cliente envolve os fatores tempo e lugar. Os produtos ou serviços passam a ter maior valor aos olhos do cliente quando são colocados à sua disposição no momento e local de sua necessidade.

E o nível deste serviço é definido por BALLOU (1995) como: "Nível de serviço logístico é a qualidade com que o fluxo de bens e serviços é gerenciado. É o resultado líquido de todos os esforços logísticos da firma. É o desempenho fornecido pelos fornecedores aos seus clientes no atendimento dos pedidos".

Os grandes autores da área de logística descrevem a importância do gerenciamento logístico, que deve planejar e coordenar todas as atividades necessárias para que os níveis desejáveis dos serviços e qualidade sejam, alcançados, ao custo mais baixo possível.

Entretanto, não se pode esquecer que o nível de serviço impacta fortemente seus próprios custos. Aumenta os custos de transporte, estoques, pessoal etc. Por isso, as necessidades dos clientes é que devem determinar este nível. Um cliente que exija alto nível de serviço e envolva baixos valores de compra, pode ser desinteressante para uma firma.

Por outro lado, o nível de serviço pode ser um importante fator de diferenciação para os clientes. Por esse motivo, não deve ser fixo, isto é, não deve ser igual para todos os clientes. Poderá ser conveniente manter níveis de serviço diferenciados para um determinado grupo de clientes.

Por falta de conhecimento do nível de serviço requerido pelos clientes, algumas firmas mantêm um nível elevado para todos eles, gerando custos desnecessários que vão influenciar no preço final dos produtos.

## Transporte

O transporte, geralmente é o elemento da logística mais significativo do ponto de vista de custos. De um modo geral, os autores consideram que os custos de transporte representam de um a dois terços dos custos logísticos.

O transporte é a área da logística que disponibiliza o material ou produto, geograficamente, onde ele é necessário. Sua importância, por isso, é fundamental e seus custos elevados, razão pela qual esta atividade sempre mereceu atenção especial por parte dos gerentes.

Para os clientes três fatores são fundamentais: custos, rapidez e consistência. Os custos referem-se à movimentação propriamente dita dos materiais e despesas administrativas e de manutenção de estoque em trânsito.

A rapidez ou velocidade de transporte, é o tempo necessário para completar uma movimentação de material de um ponto a outro. A seleção de um método de transporte deve considerar um balanceamento entre rapidez e custos.

Consistência refere-se ao nível de variação de tempo verificado numa certa quantidade de entregas. Pode ser considerada, também, como um, nível de confiabilidade.

Assim, o dimensionamento de um sistema de transporte deve considerar o *trade-off* custos de transporte e nível do serviço.

O sistema de transporte doméstico envolve os seguintes modais de transporte interurbano: ferrovia, rodovia, hidrovia, dutos e aerovias.

Segundo BALLOU (1995), de um modo geral, o usuário vai escolher o modal baseado no custo direto do serviço, no tempo médio de entrega, na variabilidade do tempo de entrega e nas perdas e danos.

O transporte internacional, que tem crescido em importância, devido à globalização, se assemelha ao doméstico, embora possua certas características específicas. Por exemplo, o container é vital para no internacional.

Existem outros fatores complicadores como as diferentes legislações dos países, os problemas aduaneiros, a grande documentação exigida e as diferenças de responsabilidades.

## Armazenagem

Se as empresas tivessem condições de entregar os materiais e produtos no momento da necessidade, não haveria formação de estoques e, por conseguinte, não haveria necessidade de espaços para armazenagem.

Entretanto, as demandas de matérias-primas e de produtos sempre são previsíveis. Por esse motivo, é preciso dispor de estoques, que garantam a continuidade de fornecimento, compensando as variações verificadas entre fornecimento (oferta) e demanda.

Vão permitir, também, redução nos custos de transporte já que tornarão possível a formação de lotes econômicos de carregamento.

A formação de estoques, conseqüentemente, vai gerar a necessidade de se dispor de espaço físico para armazenar e movimentar estes estoques.

Em contrapartida, armazéns e estoques são fatores geradores de custo. É vital, para a sobrevivência das empresas num mercado fortemente competitivo, que sejam otimizados os custos de transporte, produção, armazenagem e estoques.

Como será visto adiante mais detalhadamente, muitas empresas aplicam o conceito de *just-in-time* visando reduzir estoques e, conseqüentemente, custos. Consiste na chegada de matérias-primas ou produtos no momento exato da necessidade dispensando a formação de estoques e minimizando a necessidade de armazéns.

Isto é mais aplicável para o suprimento de materiais, tendo em vista que a demanda destes depende da demanda dos produtos acabados. Quando esta é conhecida com um grau de precisão razoável, a demanda de materiais pode ser estimada de forma aceitável.

Esta demanda de materiais, todavia, é influenciada por outros fatores como descontos obtidos na aquisição de grandes lotes, atrasos na entrega etc. por isso, mesmo havendo esforço da adoção do *just-in-time*, haverá sempre alguma formação de estoques e, por conseqüência, a necessidade de armazéns.

Os armazéns contribuem para reduzir custos de transporte e produção, cobrir incertezas do suprimento e demanda, apoiar o processo de produção, suportar o marketing. Além disso, provem proteção física aos materiais e produtos, permitem a consolidação de cargas, a transferência e transbordo e a composição de cargas (*mixing*) para entregas.

Outro fator importante no dimensionamento de áreas de armazenagem, é a localização das mesmas que devem, sempre que possível, estar próximo dos clientes e fornecedores. BALLOU (1995) enumera alguns fatores que devem ser considerados na escolha destas áreas:

- Leis de zoneamento locais.
- Atitude da comunidade e do governo local com relação ao depósito.
- Custo para desenvolver e conformar o terreno.
- Custos de construção.
- Disponibilidade e acesso a serviços de transporte.
- Potencial para expansão.
- Disponibilidade, salários, ambiente e produtividade da mão-de-obra local.
- Taxas relativas ao local e à operação do armazém.
- Segurança do local (fogo, furto, inundação, etc).
- Valor promocional do local.
- Taxas de seguro e disponibilidade de financiamento.
- Congestionamento de tráfego nas redondezas do local.

O tamanho dos armazéns e pátios também é de fundamental importância. Deve considerar o volume máximo de estoques previsto.

ARNOLD (1999) vê outros benefícios proporcionados pelos armazéns ou depósitos, que são:

- Oferecer um atendimento pontual aos clientes;
- Manter um controle de itens de modo que eles possam ser encontrados pronta e corretamente;
- Minimizar o esforço físico total e, conseqüentemente, o custo de transporte dos produtos para dentro e para fora do depósito;
- Fornecer elos de comunicação com os clientes.

A capacidade de um armazém é, geralmente, definida por uma área. Entretanto, esta capacidade depende da altura em que as mercadorias podem ser armazenadas.

Geralmente os itens estocados são agrupados de acordo com sua função, ou por características do giro, por semelhança ou por finalidade.

### 3.4 – O Controle dos Estoques

#### 3.4.1 - A necessidade de estoques

De um modo geral, todos os autores destacam a importância dos estoques no atendimento às necessidades dos clientes ou à continuidade operacional. Contudo, é necessário que sejam mantidos no mais baixo nível possível, tendo em vista os custos envolvidos.

O objetivo principal da gestão de estoques é definir um nível de estoque que atenda às necessidades dos clientes e tenha o mais alto giro possível.

ARNOLD (1999) enumera, ainda, os seguintes objetivos da administração de estoques:

- Excelência no atendimento aos clientes;
- Operação de fábrica de baixo custo;
- Investimento mínimo em estoque.

A determinação do estoque mínimo, isto é, aquele que se destina a cobrir atrasos de ressuprimento e garanta a continuidade operacional ou, ainda, que cubra as incertezas e variações da demanda dos clientes finais, é uma das mais importantes informações a serem perseguidas pela administração de estoques.

Segundo BALLOU (1995), os estoques servem para:

- melhorar o nível de serviço;
- incentivar economias na produção;
- permitir economias de escala nas compras e no transporte;
- agir como proteção nos aumentos de preço;
- proteger a empresa de incertezas na demanda e no tempo de ressuprimento;
- servir como segurança contra contingências.

A apostila do Curso Funcional Básico de Gestão de Estoques da Petrobras define as seguintes funções básicas do estoque:

- Função operacional – estoque cuja existência decorre da impossibilidade de dispormos dos materiais no exato momento em que as demandas ocorrem
- Função precaucional – estoque cuja existência visa garantir segurança no atendimento ao cliente, em função de variações positivas das demandas durante o tempo de ressuprimento e atrasos nos fornecimentos.

Entretanto, a formação de estoques também apresenta desvantagens, que devem ser tratadas como um *trade-off*, isto é, deve ser encontrado o nível de estoques que represente a minimização das desvantagens sem deixar de atender suas finalidades.

Alinhados com essa idéia, MAGAD e AMOS (1995) destacam que os estoques aumentam os custos totais envolvidos, diminui a flexibilidade, isto é, a capacidade da produção de se adaptar rapidamente a mudanças impostas pelo mercado, aumentam os tempos gastos com o seu gerenciamento, diminuem o retorno dos investimentos, devido ao aumento de ativos, geram a necessidade de maiores espaços e podem causar “overprodução”, gerando produtos obsoletos.

### **3.4.2 - A gestão dos estoques**

É função da atividade de gestão de estoques encontrar o ponto ótimo deste *trade-off*. Para isso, precisa garantir o suprimento de materiais que garantam a continuidade da produção, porém com os menores custos possíveis. Os objetivos da atividade de gestão de estoques, definidos na apostila da Petrobras mencionada acima, são os seguintes:

- assegurar o suprimento de material com os riscos de falta julgados convenientes
- manter níveis de estoque compatíveis com a política de suprimento de materiais estabelecida
- controlar os níveis de estoque e promover o ressuprimento de forma econômica
- realizar a análise dos estoques e promover o aproveitamento ou destinação dos itens desnecessários
- gerenciar os estoques utilizando critérios de seletividade
- manter o sistema de informação que atenda a própria gestão e todas as suas interfaces
- avaliar a contribuição da gestão de estoques para os objetivos da empresa.

Isso inclui determinar “o que”, “quanto” e “quando” deve permanecer em estoque, além das atividades rotineiras com manter inventários, receber, armazenar e entregar os materiais aos clientes internos ou à logística de distribuição para os clientes externos etc.

### 3.4.2.1 - Classificação por tipo de demanda

Visando facilitar a gestão dos estoques, estes devem ser classificados preferencialmente pelo tipo de demanda.

BALLOU (1995) estratifica em demanda permanente, sazonal, irregular, em declínio e derivada.

Demanda permanente – são compostas de produtos de longa previsão de utilização. O controle ou gestão de estoques procura definir previsão de demanda, determinação de quando o ressuprimento deve ser providenciado e definir o tamanho do lote de ressuprimento.

Demanda sazonal – produtos que tem demanda variável de acordo com certos períodos do ano. É caracterizada por um pico de demanda. Os estoques ficam sujeitos aos acertos e erros da previsão.

Demanda irregular – produtos cuja demanda varia de acordo com critérios imprevisíveis ou de difícil previsão.

Demanda em declínio – produto em final de vida, próximo de ser substituído por um novo produto.

Demanda derivada – produtos cuja demanda pode ser prevista segundo a demanda de outros. Ex: a demanda de aço depende da produção industrial.

A classificação dos estoques segundo a demanda, utilizada pela Petrobrás, escopo desse trabalho, é um pouco diferente da proposta pelo BALLOU (1995). Classifica os estoques da seguinte maneira:

- Demanda programada – são as demandas planejadas quanto à quantidade e prazos de utilização, vinculadas a programas de operação ou investimento específicos.
- Demanda probabilística – são as demandas não vinculadas a programas específicos, com distribuição de probabilidades conhecida, previsíveis através de modelos estatísticos.
- Demanda incerta – são as demandas decorrentes de fatores de difícil previsão
- Demanda eventual – são demandas decorrentes de necessidades específicas, para aplicação imediata e cuja repetição não é prevista.

O conhecimento do tipo de demanda é importante pois, para cada tipo de demanda, são diferentes:

- os critérios de formação dos estoques
- a responsabilidade pelas informações para a manutenção de estoques

- os métodos de controle de estoques
- os índices e parâmetros de avaliação
- a necessidade de interferência gerencial na decisão de manutenção de estoque.

### **3.4.2.2 - Classificação por valor**

A classificação dos itens, em valor, através da curva ABC, é mencionada praticamente por todos os autores dessa área. Consiste em agrupar todos os itens em três categorias de acordo com o valor atualizado ou corrigido de consumo anual de cada item. A seguir, são colocados em ordem decrescente de valor, calculado o percentual do valor de cada item e o percentual acumulado (em relação ao total).

Posteriormente são agrupados nas três categorias, mencionadas acima, geralmente da seguinte forma:

- Classe A – até 75% do valor acumulado
- Classe B – entre 75 e 95% do valor acumulado
- Classe C – entre 95 e 100% do valor acumulado.

Esta classificação identifica a importância de cada item em função do seu valor anual de consumo correlacionado com o valor total consumido por um conjunto de itens no mesmo período. Dessa forma, é possível visualizar os itens mais importantes ou estratégicos para a Companhia e, após esta identificação, podem ser aplicadas as técnicas de gestão administrativa, conforme a importância dos itens.

ARNOLD (1999) ressalta que, além da importância do item, a curva ABC define também, a forma como os itens serão controlados. Os itens classificados como A terão um controle muito mais rígido que os outros. Por outro lado, esse tipo de classificação permite uma melhor análise da possibilidade de manter em estoque um número um pouco maior de um determinado item da classe "C", caso seja necessário, sem representar um gasto significativo.

Pela "Lei de Pareto", é comum considerar que 20% dos produtos ou materiais representam 80% do valor total.

### 3.4.2.3 - Classificação por criticidade

Este tipo de classificação é, em geral, adotada para o caso de materiais destinados a clientes internos. Consiste no agrupamento de todos os itens em níveis, de acordo com a importância operacional de cada um, considerando-se, para isso, os riscos decorrentes da sua falta. Podem ser, por exemplo:

- Nível 1 – materiais cuja falta ocasiona custos não recuperáveis, ameaça à segurança de pessoas, equipamentos, instalações ou agressões ao meio ambiente.
- Nível 2 – materiais cuja falta pode ocasionar custos adicionais compensáveis por menores níveis de estoques e seus custos decorrentes. Distinguem-se dos itens de nível 1 por fatores como facilidade de compra ou a possibilidade de utilização de itens equivalentes.
- Nível 3 – materiais cuja falta não implica em custos adicionais significativos.

A criticidade deve ser determinada pelo cliente principal em articulação com a área de suprimento.

### 3.5 – Os Custos dos Estoques

Como foi visto anteriormente, a logística envolve custos altamente representativos dentro das empresas. E a contabilidade tradicional, que tem a visão societária da empresa, não permite uma adequada avaliação destes custos, pois agrupa os custos dos produtos em categorias amplas que não permitem uma análise mais detalhada no nível de clientes, considerando a variedade de produtos e atividades.

A logística cruza transversalmente as funções tradicionais da empresa, impactando os custos destas funções. E os sistemas de contabilidade tradicional não permitem o cálculo destes valores agregados mas considera-os como custo de uma função. Um exemplo seria o custo de processamento de pedidos que, sob o ponto de vista gerencial, incorrem em diversas áreas funcionais da companhia.

Há, pois, a necessidade que seja desenvolvido um sistema de avaliação dos custos logísticos que permita ao gerente a identificação destes custos e suas causas ou seus formadores, viabilizando ações localizadas para sua otimização.

MARTIN CHRISTOPHER (1999) afirma que este problema consiste em focalizar os resultados dos sistemas de distribuição que, em essência, tratam do fornecimento de serviço ao cliente e também identificar os custos específicos associados a esses

resultados. Outra forma é a verificação do impacto gerado pelas atividades da logística nos resultados dos clientes internos ou, até mesmo, nos da empresa.

Deve-se evitar a utilização de médias como, por exemplo, o custo médio por entrega, que não identifica claramente o ponto que precisa ser melhorado. O sistema de apuração dos custos deve permitir uma análise separada de custos e receitas, por tipo de cliente e por segmento de mercado ou canal de distribuição.

Para isso, é necessária a identificação da relação entre os custos envolvidos em uma certa atividade dentro da logística e os objetivos ou os resultados proporcionados por esta atividade, que algumas empresas chamam de custo agregado.

Um elemento cada vez mais utilizado por empresas de todo o mundo, na tomada de decisão, é o “Retorno sobre o Capital Empregado”, identificado pela sigla ROCE – *Return on Capital Employed* e tem a seguinte representação simplificada:

$$\text{ROCE} = \text{Lucro/Ativo total}$$

Representa a produtividade do capital. Teoricamente, se uma empresa apresenta um retorno sobre o capital empregado inferior aos rendimentos que poderiam ser obtidos no mercado, seria melhor que encerrasse suas atividades e aplicasse seu capital no mercado financeiro, por exemplo.

O lucro, na fórmula acima, é composto pela receita de vendas menos os custos. E o ativo total, pelos estoques, contas a receber, caixa e ativo imobilizado.

DIAS (1997) detalha os custos gerados pelo armazenamento de materiais como:

- custos de capital (juros e depreciação);
- custos com pessoal (salários, encargos sociais);
- custos com edificação (aluguel, impostos, luz, conservação);
- custos de manutenção (deterioração, obsolescência, equipamento);

Afirma ainda que a quantidade em estoque e o tempo de permanência destes são duas variáveis que aumentam o valor dos elementos de custo mencionados. Costumam ser representados por percentuais do estoque médio, embora algumas empresas indiquem o valor em moeda.

Autores como ARNOLD (1999) e DIAS (1997) classificam os custos de estocagem de forma muito parecida. De uma maneira mais resumida e geral, podemos considerar como: os custos de capital, os de armazenamento e os custos de risco, que incluem obsolescência, danos, furtos e deterioração.

### **3.5.1 - Custos de manutenção de estoques.**

São os custos gerados pela existência de uma quantidade de mercadorias durante um certo tempo. Envolvem vários tipos de custo. O mais significativo, geralmente, é o custo de oportunidade de capital, isto é, o que o volume de recursos financeiros imobilizados em estoque poderia estar gerando de ganhos financeiros para a empresa, se empregado de outra forma.

A taxa utilizada para o cálculo do custo de oportunidade é determinada internamente na empresa. Pode ser adotada, por exemplo, a taxa de captação financeira ou mesmo o retorno esperado nos investimentos da companhia. BALLOU (1995) estima uma faixa entre 8 e 40%.

Existem, também, os custos de impostos e seguros, que variam de estado para estado. Os custos de armazenagem física envolvem os custos do espaço ocupado, pessoal de gestão, movimentação, serviços contratados, depreciação das instalações, luz etc.

Também, incidem sobre os estoques, os custos referentes ao risco de se manter estoques, que incluem custos de perdas devidas à deterioração, obsolescência, dano e furto.

### **3.5.2 - Custos de compra.**

Estes custos são gerados pelo processo de aquisição de materiais para reposição dos estoques. BALLOU (1995) classifica estes custos em: (1) o custo de processar pedidos pelas áreas de compra, faturamento e contabilidade, (2) o custo para enviar o pedido até o fornecedor, normalmente pelo correio ou por mídia eletrônica, (3) o custo de preparação da produção (*set-up*) ou do manuseio para atender o lote solicitado, (4) o custo devido a qualquer tipo de manuseio ou processamento realizado na doca de recepção e (5) o preço da mercadoria.

### **3.5.3 - Custos da falta.**

Os custos da falta são os custos referentes às vendas perdidas ou atrasos de produção em virtude de os materiais não estarem disponíveis por ocasião de sua necessidade. Estes custos não costumam ser de fácil avaliação devido, muitas vezes, à dificuldade

de estimativa do volume de vendas que teria sido colocado no mercado se a companhia dispusesse dos produtos nos estoques.

Todavia, pode significar uma grande perda para a empresa devido aos pedidos não atendidos e, principalmente, pelas conseqüências disto, que podem ser a perda destes clientes.

DIAS (1997) sugere que esta perda poderia ser calculada das seguintes maneiras:

- por meio de lucros cessantes, devidos à incapacidade de fornecimento. Perdas de lucros com cancelamento de pedidos;
- por meio de custeios adicionais, causados por fornecimentos em substituição, com material de terceiros;
- por meio de custeios causados pelo não cumprimento dos prazos contratuais como multas, prejuízos, bloqueio de reajuste;
- por meio de quebra de imagem da empresa e, em conseqüência, beneficiando o concorrente.

Essas faltas de estoques podem ser minimizadas pela formação de estoques de segurança que protegem a empresa se o *lead time* for maior que o previsto.

No caso de empresas cuja produção seja totalmente absorvida pelo mercado, pode não ser tão difícil calcular a perda de faturamento devido à falta da matéria-prima. Já o cálculo da perda provocada pela falta de um material ou equipamento de suas instalações produtivas, em instalações muito complexas como uma refinaria, por exemplo, pode muito difícil e impreciso.

#### **3.5.4 - Objetivos de custo.**

O objetivo maior do controle ou gestão de estoques é otimizar seus custos de manutenção, de processamento de compras e de falta de material. Em algumas empresas, principalmente as de grande porte, o processamento de compras é feito por um setor ou divisão específico para esse fim.

Estes custos, entretanto, podem ser conflitantes, isto é, a compra de grandes lotes minimiza os custos de compra e de falta mas onera os de manutenção de estoques.

É responsabilidade da gestão de estoques resolver esse *trade-off*, isto é, encontrar o ponto em que o somatório destes custos seja o mínimo.

Uma das formas modernas de minimização de custos de estoques é o *just-in-time*, que será visto a seguir.

### O conceito de “*Just-in-time*” (JIT).

Consiste em tornar disponíveis os produtos ou materiais apenas no momento em que são necessários. ARNOLD (1999) afirma que este conceito representa a eliminação de todo e qualquer desperdício e na melhoria contínua da produtividade. O desperdício, considerado por este autor, significa qualquer quantidade de estoque, espaço, material e tempo de trabalho acima do mínimo necessário para agregar valor ao produto. Para isso, seria necessário que o momento exato de necessidade de material e os tempos de ressuprimento fossem conhecidos com certeza. Numa situação desta, não seria preciso formar estoques de segurança. A área de compras poderia fazer os pedidos nas quantidades exatas e com a antecedência equivalente a, apenas, o tempo de ressuprimento. Para tanto, seria preciso que fosse feito e permanentemente atualizado um rigoroso planejamento de necessidades de material em articulação com a logística. Na visão de DIAS (1997), o JIT é um método de redução de desperdícios nos processos de manufatura. É um sistema que “puxa” a produção ao longo do processo, de acordo com a demanda, em vez do método convencional em que a produção “empurra” os estoques.

“Puxar” estoques significa que a produção só é acionada quando existe a necessidade do produto ou peça por parte do cliente. É um sistema diferente daquele em que a produção está permanentemente produzindo e mandando produtos ou peças para os estoques.

O JIT não admite a formação de estoques de segurança, mesmo sabendo-se que estes prevem variações nas demandas e falhas nos processos produtivos.

MARTIN CHRISTOPHER (1999) afirma que, sempre que possível, nenhuma atividade deve acontecer num sistema, enquanto não houver necessidade dela.

Contudo, os dois sistemas apresentam desvantagens e levam à formação de níveis de estoque menores ou maiores que o necessário, principalmente se a demanda sofrer grandes variações.

Por isso, o *just-in-time* só deve ser adotado em determinadas situações. CHRISTOPHER (1999) enumera os seguintes pré-requisitos para sua adoção:

- disciplina no planejamento e programação de necessidades;
- integração entre o planejamento e a comunicação entre os parceiros da cadeia de suprimento;

- utilização de terceirizadores ou parceiros logísticos para gerenciar a consolidação e seqüência das entregas;
- projeto de veículos e instalações físicas para facilitar o carregamento e descarregamento de pequenas quantidades a serem remetidas;
- o valor e a variedade dos materiais necessários tendem a ser mais altos que a média.

Por outro lado, os processos tem que ser otimizados com a eliminação de defeitos evitando, assim, o retrabalho, redução dos tempos de preparação etc. DIAS (1997) enumera, ainda, outras importantes premissas:

- aproveitamento máximo dos processos produtivos.
- retorno imediato de informações e métodos de autocontrole.
- tamanho de lote igual à unidade.
- redução da movimentação através de plantas compactas.
- manufatura celular, isto é, métodos de produção por fluxo unitário.
- manutenção preventiva.
- diversificação da capacidade, isto é, operários polivalentes.
- envolvimento do operário: atividades em pequenos grupos.
- desenvolvimento de fornecedores com as mesmas idéias.

O entendimento do conceito JIT não chega a ser difícil. Sua aplicação na prática, contudo, pode ser mais complicada do que aparenta devido à dificuldade que pode haver na sincronização da operação e a capacidade de processamento, confiabilidade e flexibilidade. Além disso, o JIT prevê a eliminação de estoques em todo o canal de suprimento e não limita-se, apenas, em transferir para os fornecedores a responsabilidade pela manutenção destes estoques.

Os sistemas JIT em geral envolvem ciclos curtos de produção e requerem flexibilidade para eventuais modificações nos produtos. Diferentemente da indústria tradicional, que se beneficia dos ganhos de escala proporcionados pelos ciclos mais longos.

É fundamental, para o sucesso do JIT, que os *lead times*, isto é, os tempos de ressuprimento, sejam curtos e confiáveis, no sentido de viabilizar o atendimento da demanda de forma sincronizada. Isto, geralmente leva os fornecedores a se instalarem próximos às indústrias. Também, a qualidade dos materiais recebidos constitui-se em outro fator vital para a sincronização dos processos.

## **O impacto do nível de serviço.**

Como foi visto anteriormente, um dos fatores que influem no nível de serviço é a disponibilidade de materiais ou produtos nos estoques. Por outro lado, um nível de garantia de 100% pode fazer com que os custos disparem impactando fortemente os resultados das empresas. Por isso, estas costumam determinar certos níveis de garantia de atendimento um pouco abaixo de 100%. De um modo geral esse assunto costuma ter tratamento estatístico, para o qual se considera a demanda histórica. Em alguns casos, são feitas pesquisas diretamente com os clientes para a estimativa das vendas futuras.

## CAPÍTULO 4 – MODELOS DE CENTRALIZAÇÃO DE ESTOQUES

Como pode ser visto no item 4.1, a seguir, várias pesquisas feitas recentemente tem permitido conhecer melhor o impacto que a redução do número de locais de estocagem, através da centralização, exerce sobre as necessidades de estoques de segurança. Esta centralização resulta em menores níveis de estoques de segurança necessários para satisfazer um dado nível de serviço ao cliente (medido pela disponibilidade de material).

Cabe ressaltar, entretanto, que, apesar da redução de estoques de segurança, algumas empresas preferem não reduzir o número de seus locais de estocagem, pois consideram mais importante estar presente em todos os mercados onde atua e, também, manter um elevado nível de serviço.

### 4.1 – A História Recente das Pesquisas de Centralização de Estoques

MAISTER (1976) é considerado o pioneiro nas pesquisas de centralização de estoques. Seu primeiro trabalho, naquele ano, resultou na “lei da raiz quadrada”, que definia a relação entre estoque centralizado e descentralizado como a razão entre a raiz quadrada do número de localizações após a centralização e a raiz quadrada do número de localizações antes da consolidação.

Entretanto, esta lei considerava algumas pressuposições difíceis de se encontrar na prática, como mencionado adiante, no item 4.2.

EPPEN (1979), em suas pesquisas, estudou o efeito da correlação (coeficiente de *Pearson*) da demanda sobre a centralização, mostrando que as demandas verificadas em locais descentralizados, que são correlacionadas positivamente, proporcionam menores ganhos de estoque pela centralização do que as conseguidas com demandas não correlacionadas.

BALLOU (1981), fez a comparação da “lei da raiz quadrada” com valores determinados por equações de regressão obtidas a través de dados reais de várias empresas, concluindo que esta lei é excessivamente otimista quanto à redução de estoques de segurança, na maioria dos casos.

ZINN, LEVY e BOWERSOX (1989) aprofundaram as análises de EPPEN, passando a incluir as demandas correlacionadas negativamente. Verificaram que estas geram

ainda maiores reduções de estoque pela centralização do que as conseguidas com demandas não correlacionadas. Além disso, desenvolveram o modelo do *Portfolio Effect* (PE), que foi o modelo escolhido para este trabalho por considerar restrições semelhantes às condições deste estudo de caso, como descrito mais à frente, e que incorpora os trabalhos do EPPEN e mostraram que a “lei da raiz quadrada” trata-se de um caso especial do *Portfolio Effect*.

Eles definiram o *Portfolio Effect* como “a redução percentual nos estoques de segurança conseguida através da centralização de estoques”.

Uma alternativa para medir o nível de serviço ao cliente, pela “lei da raiz quadrada”, foi usado por RONEN (1982), apesar de sua análise ter sido posteriormente questionada.

MAHMOUD (1992) também desenvolveu um procedimento para cálculo do ganho pela centralização de estoques, baseado no modelo do *Portfolio Effect*, visando selecionar um esquema de consolidação ótimo.

TALLON (1993) estudou a influência da variabilidade do lead time no modelo do *Portfolio Effect*.

EVERS e BEIER (1993) também consideraram a variabilidade do lead time e expandiram o modelo do *Portfolio Effect* para viabilizar a análise da centralização de múltiplos locais.

## **4.2 - O Efeito da Centralização dos Estoques**

A “lei da raiz quadrada” se aproxima do impacto sobre o estoque agregado de segurança de produtos causado pela mudança no número de locais de armazéns usados na distribuição do produto. Como foi dito acima, esta lei é baseada em um número de pressuposições muito restritivas e não realistas, por exemplo, que não existe correlação entre as demandas em cada local de estocagem, a variabilidade da demanda é igual em todos os locais e estes mantêm o mesmo nível de estoque.

Considera, também, que o lead time e sua variabilidade são fixos e o nível de serviços é constante.

Quanto maior o número de locais de estocagem, maior a quantidade de estoque de segurança necessário para manter um determinado nível de serviço. Inversamente, o volume de estoques é reduzido sempre que os estoques são centralizados em uma quantidade menor de locais. O que se deseja determinar é o “quanto” do volume de

estoques aumenta ou diminui devido à redução ou aumento do número de locais de estocagem e que variáveis determinam essa quantidade.

O escopo deste trabalho, contudo, restringe-se ao estudo da centralização.

O percentual de redução do volume de estoques conseguida através da centralização dos estoques é definido aqui como *Portfolio Effect*. É uma função de duas variáveis: correlação das demandas históricas (coeficiente da correlação de *Pearson*) de duas localidades de estoque, como sugerido por EPPEN (1979), e Magnitude (M), que é o quociente do desvio padrão das demandas atendidas por dois locais de estocagem.

O princípio básico explicado pelo *Portfolio Effect* é baseado na fusão dos riscos de falta de material, isto é, as faltas verificadas em um determinado local de estocagem podem ser compensadas pelas sobras de outro.

EPPEN (1979) mostrou que a relação entre a centralização de estoques e a quantidade de itens do estoque de segurança é função da correlação das demandas dos diversos locais de estocagem. ZINN (1989) incluiu o efeito da Magnitude à essa relação e alargou a faixa de análise pela inclusão do caso de correlações negativas de demandas. Este modelo prevê, de forma mais precisa, uma estimativa da quantidade dos itens em estoque resultante da mudança da quantidade de locais de estocagem.

Este modelo é baseado em poucas restrições e bem semelhante às condições observadas nas refinarias estudadas:

- 1 - a transferência de estoques entre diferentes locais não são práticas comuns;
- 2 - a centralização de estoques não é afetada pela incerteza de suprimento, isto é, o desvio padrão do lead time é considerado como zero;
- 3 - o nível de serviço ao cliente, medido pela disponibilidade de estoque, é constante independentemente do número de locais de estocagem;
- 4 - a demanda em cada local tem distribuição normal.

Das restrições acima, cabe esclarecer especialmente a segunda. Os grandes órgãos de compra da Petrobrás, como a Unidade de Materiais e os três Serviços Compartilhados (RSPS, RSUD e RNNE) possuem tabelas com informação dos tempos médios de colocação de compras. Além disso, desenvolvem a atividade de gerenciamento de contratos (ou diligenciamento) que utiliza equipes de profissionais que fazem o acompanhamento dos processos de fabricação visando garantir os prazos de entrega e a qualidade adequada dos materiais. Para isso, utiliza seu forte poder de

compra. Por esse motivo, este trabalho considera a restrição dois, mencionada acima, aplicável ao caso estudado.

### O Portfolio Effect (PE)

Como foi dito acima, o *Portfolio Effect* mede o percentual de redução nos estoques de segurança conseguidos pela consolidação de múltiplos locais de estocagem em apenas um. As equações são aplicadas para cada item de material em estoque e não para o total dos itens. Estas equações foram deduzidas no trabalho de ZINN, LEVY e BOWERSOX (1989), como mostradas abaixo:

$$PE = 1 - \frac{SS_a}{\sum_{i=1}^n SS_i} \quad (1)$$

Onde:

$SS_a$  = estoque de segurança para um dado produto (item) se o estoque for consolidado

$SS_i$  = estoque de segurança para um dado produto (item) nas localizações  $i$ .

Os limites do PE são 0 e 1. Quanto mais próximo o PE for do limite superior maior será o percentual de redução do estoque de segurança devido à centralização. Quando  $PE = 0$ , não há redução no estoque de segurança. Um  $PE = 0,37$ , por exemplo, significa que o estoque de segurança agregado será reduzido em 37% caso os estoques sejam consolidados em apenas um local.

### Cálculo do PE para o caso de consolidação de apenas dois locais

A equação (1) fica, então:

$$PE = 1 - \frac{SS_a}{SS_1 + SS_2} \quad (2)$$

O estoque de segurança é definido como:

$$SS_i = k\sigma_i \quad (3)$$

Onde:

$k$  = nível de confiança que o gerente quer ter.

$\sigma_i$  = desvio-padrão da demanda no local  $i$ .

Esta equação não considera o *lead time* pois, numa comparação da situação atual com a de centralização de estoques, estes *lead times* se anularão.

Se  $k$  é igual em todos os locais de estocagem, (3) fica:

$$PE = 1 - \frac{\sigma_a}{\sigma_1 + \sigma_2} \quad (4)$$

Onde:

$\sigma_a$  = desvio-padrão da demanda se os estoques forem consolidados.

$\sigma_1$  = desvio-padrão da demanda no local 1.

$\sigma_2$  = desvio-padrão da demanda no local 2.

A equação necessária para calcular  $\sigma_a$  resultante da consolidação de  $n$  (múltiplos) locais, é:

$$\sigma_a = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sigma_i^2 + 2 \sum_{i < j} \sigma_i \sigma_j \rho_{ij}} \quad (5)$$

Onde:

$\rho_{ij}$  = coeficiente de correlação das demandas entre dois locais.

Aplicando a equação (5) para o caso de apenas dois locais, fica:

$$\sigma_a = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + 2 \sigma_1 \sigma_2 \rho_{12}} \quad (6)$$

Substituindo a equação (6) para  $\sigma_a$  na equação (4):

$$PE = 1 - \frac{\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + 2 \sigma_1 \sigma_2 \rho_{12}}}{\sigma_1 + \sigma_2} \quad (7)$$

ZINN, LEVY e BOWERSOX afirmam que o percentual de redução é fortemente influenciado pela Magnitude e a Correlação de Demandas (coeficiente de *Pearson*).

A Magnitude é definida como:

$$M = \frac{\sigma_1}{\sigma_2} \quad (8)$$

Para:  $\sigma_1 \geq \sigma_2$  e  $\sigma_2 \neq 0$

Substituindo a equação (8) para  $\sigma_i$  na equação (7):

$$PE = 1 - \frac{\sqrt{M^2 \sigma_2^2 + \sigma_2^2 + 2M \sigma_2 \sigma_2 \rho_{12}}}{M \sigma_2 + \sigma_2}$$

Então:

$$PE = 1 - \frac{\sqrt{M^2 + 1 + 2M \rho_{12}}}{M + 1} \quad (9)$$

Relembrando, EPPEN (1979) tinha considerado, apenas, a correlação das demandas entre os locais mas não a Magnitude. Quanto maior for a correlação entre as demandas dos locais de estocagem, menor o PE, isto é, menor o percentual de redução do estoque de segurança quando os estoques são consolidados. A Magnitude modera o efeito da correlação de demandas no PE. Mais especificamente, o impacto da Magnitude no PE torna-se menos significante quando as correlações de demandas são positivas e se aproximam de um. Entretanto, quando as correlações de demandas também se tornam negativas e se aproximam de menos um, o efeito da Magnitude no PE se torna muito grande. De fato, pela equação (9), quando a correlação das demandas é  $-1$ , e a Magnitude 1, PE também é 1, isto é, a redução corresponde a 100%, o que significa estoque de segurança zero.

A razão desta eliminação de estoque de segurança é gerado pela compensação das demandas entre dois locais. Como foi mencionado anteriormente, existe uma variação entre as demandas de tal forma que quando a demanda de um local de estocagem cresce, a de outro local decresce, de tal forma que se compensam. Demandas agregadas são, portanto, constantes, o desvio padrão agregado da demanda é zero e o estoque de segurança agregado, também é zero.

ZINN (1989) desenvolve duas regras básicas de decisão com respeito à centralização versus descentralização de estoques. Primeiro, o potencial de redução de estoques pela centralização é maior quando a correlação das demandas entre os locais é negativa e a Magnitude é pequena. Segundo, o ganho obtido pela centralização irá diminuindo a medida que a correlação das demandas se aproxima de  $+1$ .

Como foi visto acima, a centralização de estoques pode eliminar estoque de segurança sempre que a magnitude é igual a um e a correlação das demandas é  $(-1)$ .

Inversamente, a centralização não proporcionará ganho de redução de estoques de segurança se a correlação entre as demandas entre dois locais for (+1).

O quadro 1, abaixo, mostra um experimento do ZINN que evidencia o impacto que a correlação de demandas e a magnitude exercem sobre o PE.

#### EFEITO DA CORRELAÇÃO DE DEMANDAS E A MAGNITUDE SOBRE O PE (I)

CORRELAÇÃO	M=1	M=2	M=3	M=4
-1	1,00	0,67	0,40	0,22
-0,75	0,65	0,53	0,34	0,19
-0,50	0,50	0,42	0,28	0,16
-0,25	0,39	0,33	0,23	0,13
0,00	0,29	0,25	0,18	0,10
0,25	0,21	0,18	0,13	0,08
0,50	0,13	0,12	0,08	0,05
0,75	0,06	0,06	0,04	0,03
1,00	0,00	0,00	0,00	0,00

**Quadro 1**

Resumindo:

O *Portfolio Effect* varia de 0 a +1. Maiores reduções são conseguidas quando as correlações das demandas, que variam de -1 a +1, são as menores possíveis, isto é, se aproximem de -1. Quanto à Magnitude, também, quanto menor, melhor. O impacto da Magnitude no PE se torna menos significativo quando as correlações se aproximam de +1. Por outro lado, quando as correlações se tornam negativas e se aproximam de -1, o efeito da magnitude, no PE, se torna maior. O máximo é encontrado quando a correlação é -1 e a Magnitude 1. Neste caso os estoques de segurança podem ser zerados.

### Cálculo do PE para o caso de consolidação de mais de dois locais

As relações básicas desenvolvidas acima, podem ser generalizadas para mais de duas localizações. A equação (5), já mencionada na página 44, é usada para calcular o desvio padrão do estoque de segurança centralizado.

$$\sigma_a = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sigma_i^2 + 2 \sum_{i < j} \sigma_i \sigma_j \rho_{ij}} \quad (5)$$

Para o caso de centralização de quatro locais de estoque, como é o caso em estudo, a equação (5) terá a seguinte forma:

$$= \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 + \sigma_4^2 + 2\sigma_1\sigma_2 \rho_{12} + 2\sigma_1\sigma_3 \rho_{13} + 2\sigma_1\sigma_4 \rho_{14} + 2\sigma_2\sigma_3 \rho_{23} + 2\sigma_2\sigma_4 \rho_{24} + 2\sigma_3\sigma_4 \rho_{34}}$$

E o Portfolio Effect será:

$$PE = 1 - \frac{\sigma_a}{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \sigma_4} \quad (10)$$

Enquanto a relação básica desenvolvida para dois locais é válida também para múltiplos locais, o número de possibilidades de combinação para consolidar estoques no caso de múltiplos locais, se expande exponencialmente. Embora haja apenas duas possibilidades de combinação para dois locais (centralizar ou deixar descentralizado), com três locais, o número de combinações aumenta para cinco (centralizar todos os locais, deixar todas três descentralizadas, ou centralizar dois ou três locais). Com quatro locais o número aumenta para doze e, com cinco, para vinte e sete!

ZINN dá um exemplo ilustrativo conforme transcrito no quadro 2, da página seguinte, para facilitar o entendimento do impacto causado pelas correlações de demandas e

magnitudes no Portfolio Effect. Os dados são referentes a quatro locais de estocagem, de uma empresa, verificados num determinado período de tempo.

## EFEITO DA CORRELAÇÃO DE DEMANDAS E A MAGNITUDE SOBRE O PE (II)

### CORRELAÇÃO DAS DEMANDAS ENTRE OS ESTOQUES (DOIS A DOIS)

LOCAIS	1	2	3	4
1	-----			
2	- 0,1250	-----		
3	- 0,3117	0,4451	-----	
4	- 0,1024	0,7587	0,5626	-----

### MAGNITUDES ENTRE OS ESTOQUES (DOIS A DOIS)

LOCAIS	1	2	3	4
1	-----			
2	2,32	-----		
3	1,27	1,84	-----	
4	1,34	1,74	1,06	-----

### MATRIZ DO PORTFOLIO EFFECT (DOIS A DOIS)

LOCAIS	1	2	3	4
1	-----			
2	0,274	-----		
3	0,406	0,136	-----	
4	0,321	0,058	0,116	-----

Quadro 2

O *Portfolio Effect* foi obtido através da aplicação dos valores dos quadros das correlações e das magnitudes, na equação (9). O quadro dos PE's mostra que o melhor índice de redução seria obtido pela centralização dos estoques 1 e 3, com 40,6%. A centralização dos estoques 2 e 4 só viabilizaria uma redução de 5,8%.

É interessante chamar a atenção para o fato que, em caso contrário, isto é, de descentralização de um estoque para locais com demandas que caracterizem baixo PE, não haverá aumento significativo de estoques de segurança.

O modelo *Portfolio Effect* foi aplicado para cada um dos itens selecionados, comuns às quatro refinarias do Estado de São Paulo. As respectivas planilhas de cálculo estão em anexo a este trabalho. Visando facilitar o entendimento dos cálculos, uma das planilhas foi tomada como exemplo, mais especificamente a referente ao item 4, conforme explicada a seguir:

O quadro 3, abaixo, fornece informação sobre as quantidades consumidas em cada mês nas refinarias indicadas e seus respectivos somatórios.

#### CONSUMO MENSAL DO ITEM 4

MÊS	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP	TOTAL
fev/00	519	387	188	310	1404
mar/00	588	447	216	318	1569
abr/00	582	400	172	292	1446
mai/00	360	432	193	428	1413
jun/00	787	316	234	369	1706
jul/00	700	367	142	304	1513
ago/00	599	408	241	358	1606
set/00	513	439	165	347	1464
out/00	644	434	309	334	1721
nov/00	463	339	272	408	1482
dez/00	587	331	190	355	1463
jan/01	665	395	220	247	1527
fev/01	398	334	200	227	1159
mar/01	593	422	242	374	1631
abr/01	716	349	190	321	1576
mai/01	460	437	269	394	1560
jun/01	602	344	172	410	1528
jul/01	589	392	191	243	1415
<b>MÉDIA</b>	<b>575,833</b>	<b>387,389</b>	<b>211,444</b>	<b>335,5</b>	<b>1510,17</b>
<b>DESV. PAD (S)</b>	<b>110,024</b>	<b>43,3469</b>	<b>42,9476</b>	<b>58,7229</b>	<b>128,298</b>
<b>ES</b>	<b>181,539</b>	<b>71,5225</b>	<b>70,8635</b>	<b>96,8928</b>	<b>420,818</b>

**Quadro 3**

Pela aplicação da fórmula (5) é obtido o desvio padrão, na condição centralizada, que é 128,298.

A seguir, é calculado o *Portfolio Effect*, isto é, o percentual de redução dos estoques, através da fórmula (6). O resultado é 0,49695, que representa 49,7%.

Os estoques totais atuais envolvem 421 unidades deste item a um custo unitário de US\$ 3,34, representando um total de US\$ 1.406,14. Assim, a redução de 49,7% dos estoques, em valor, será de US\$ 703,07. Além disso, haverá redução, na mesma proporção, nos custos financeiros de manutenção de estoque, como mostrado na planilha de cálculo.

O impacto das correlações das demandas e das Magnitudes, neste item, como pode ser visto no quadro 4, abaixo, confirma o exemplo dado por ZINN (1989), já citado neste trabalho.

## EFEITO DA CORRELAÇÃO DE DEMANDAS E A MAGNITUDE SOBRE O PE

**CÁLCULO DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO (Pij)**

	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP
RPBC		-0,279	-0,040	-0,183
REPLAN			0,216	0,079
RECAP				0,273
REVAP				

**CÁLCULO DA MAGNITUDE (Mij)**

	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP
RPBC		2,538	2,562	1,874
REPLAN			1,009	1,355
RECAP				1,367
REVAP				

**CÁLCULO DO PORTFOLIO EFFECT (DUAS A DUAS)  
ATRAVÉS DAS MAGNITUDES**

	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP
RPBC		0,306	0,238	0,319
REPLAN			0,220	0,258
RECAP				0,197
REVAP				

**Quadro 4**

Pode-se observar que, embora a correlação das demandas da REPLAN e RPBC sejam mais favoráveis para redução dos estoques, este efeito é atenuado pela Magnitude muito alta. A segunda correlação mais favorável, RPBC e REVAP, não é tão atenuada pela Magnitude, permitindo a obtenção de um Portfolio Effect melhor, de 31,9%.

O conjunto completo das planilhas de cálculo pode ser visto no Anexo II ao final deste trabalho.

## CAPÍTULO 5 – A SITUAÇÃO ATUAL E A APLICAÇÃO DO MODELO SELECIONADO

### 5.1 - Comentários Gerais

Para o estudo da centralização dos estoques de segurança das Refinarias da Petrobrás localizadas no Estado de São Paulo, foi utilizado o modelo *Portfolio Effect*, desenvolvido por ZINN, LEVY e BOWERSOX (1989), que permite o cálculo da redução percentual dos estoques de segurança de cada item através da sua centralização.

Foi escolhido este modelo pelo fato do mesmo ser baseado em poucas restrições e bem semelhante às condições observadas nas refinarias estudadas, como foi citado na página 42.

Cabe ressaltar que a centralização não precisa ser física, isto é, não há necessidade de os itens aqui estudados estarem armazenados em um mesmo local fisicamente, mas sim serem controlados centralizadamente. O local de estocagem pode ser em uma ou mais Refinarias, desde que todas tenham a qualquer momento, a informação da existência e localização do item. A gestão de estoques, sim, deverá ser centralizada, isto é, deverá considerar as demandas das quatro refinarias como se fossem uma.

O escopo deste trabalho não inclui o estudo do impacto causado no nível de serviço. Entretanto, este não deverá ser prejudicado sensivelmente devido ao fato de as quatro Refinarias estarem localizadas razoavelmente perto uma das outras. As mais distantes são a REVAP, em São José dos Campos e a RPBC, em Cubatão, cuja distância é de aproximadamente 350 Km, que pode ser percorrida em um veículo tipo *pick-up*, em cerca quatro horas.

Em Refinarias da Petrobrás, os casos mais graves de necessidade de materiais costumam ser os problemas que aparecem de surpresa nos equipamentos da área de produção (Operação) e que ameaçam a continuidade operacional. Nestes casos, a área de manutenção, em geral, começa imediatamente sua preparação para solucionar o problema o mais rápido possível. Toda a logística de transporte, ferramentas, equipamentos de movimentação, utilidades, oficina de usinagem e alimentação do pessoal, é providenciada para o serviço de reparo e, normalmente, a equipe de trabalho só vai embora quando o problema é resolvido.

Esta “logística”, evidentemente, leva um certo tempo para estar disponível. Um sistema perfeitamente sincronizado entre as áreas de operação, manutenção e suprimento de materiais, com a disponibilidade de troca de informação rápida e de recursos de transporte, permitem a entrega do item em tempo aceitável.

A adoção de contratos de fornecimento globais também podem agilizar o relacionamento da Refinaria ou do órgão de compra que, em São Paulo, é fortemente centralizado na capital do estado pelo RSPS (Serviços Compartilhados Regional São Paulo-Sul) com seus fornecedores, reduzindo custos e tempos de ressuprimento dos itens utilizados.

No caso de uma decisão de consolidação destes itens, pode ser considerada conveniente a centralização física em apenas um, dois ou três dos quatro locais. Nesta situação, será necessária uma análise mais detalhada e aprofundada para determinação do local ou locais de centralização. Para isso, deverá ser verificada a melhor relação de custos e nível de serviço, considerando cada distância entre as Refinarias e as variâncias dos tempos de transporte, os custos de transporte, a disponibilidade e o custo do espaço ocupado em cada localidade. O custo de processamento de pedidos que, em geral, é um dos fatores a serem considerados, neste caso, perde importância devido ao fato mencionado acima, que estes são feitos centralizadamente pela RSPS.

Todavia, como já foi dito, o objetivo deste trabalho se limita a estudar a redução dos estoques de segurança destas Refinarias proporcionada pela centralização dos itens comuns às quatro, estando fora do escopo a verificação de outros fatores que possam influenciar nesta decisão, como mencionados no parágrafo anterior.

Os itens foco desse estudo são os que, no período de observação, foram consumidos pelas quatro Refinarias. Assim, existe ainda, a possibilidade de verificação dos itens que foram consumidos por apenas três e por apenas duas Refinarias, aumentando o potencial de ganho pela centralização. Fica como uma proposta de estudo a ser desenvolvido.

## **5.2 – Descrição da Área de Negócio Estudada**

A Área de Abastecimento da Petrobras é composta pela Logística e Planejamento, Marketing e Comercialização, Petroquímica, e Refino.

O Refino inclui as nove Refinarias (RPBC, REDUC, REGAP, REVAP, RECAP, REPAR, REPLAN, REMAN e RLAM) e mais a fábrica de lubrificantes do Nordeste, LUBNOR, as fábricas de fertilizantes, FAFEN, localizadas na Bahia e em Sergipe e o SIX, que explora o xisto, no Paraná. Este segmento é chamado *downstream*.

Este trabalho não considerou a REFAP pelo fato de esta ter-se tornado uma empresa independente tendo parte de seus ativos negociados com outra empresa.

As Refinarias localizadas no Estado de São Paulo, que são o foco desse estudo, são: RPBC, em Cubatão, RECAP, em Capuava, REVAP, em São José dos Campos e REPLAN, em Paulínea.

### 5.3 – Custos de Estoques

O quadro 5, abaixo, mostra os custos operacionais da atividade de suprimento de materiais no 4º trimestre de 2001, das Refinarias da Petrobrás.

Pode-se observar que o elemento de custo mais representativo do custo do processo de suprimento é o de manutenção de estoques, 57% do total.

#### CUSTOS OPERACIONAIS DE SUPRIMENTO DE MATERIAIS

TIPO DE CUSTO	VALOR EM R\$ MIL	%
MATERIAL	105,45	0,41
PESSOAL	4.169,87	16,26
SERVIÇOS TERC.	1.298,37	5,06
ENCARGOS	121,78	0,47
OUTROS	503,83	1,96
INSTALAÇÕES	822,43	3,21
MANUT. ESTOQUES	14.605,73	56,96
OVERHEAD	4.014,80	15,66
<b>TOTAL</b>	<b>25.642,27</b>	<b>100,00</b>

Quadro 5

Fonte: Petrobrás/Materiais/MDAS

Tendo em vista a elevada representatividade dos estoques de materiais nos custos logísticos, os diversos órgãos da Companhia, coordenados pela Unidade de Materiais localizada na sede da Petrobras, tem concentrado esforços no sentido de reduzir a desnecessária imobilização de recursos em estoques. Para tanto, tem procurado adotar formas inteligentes de redução de estoques, como a disponibilização de itens sem perspectivas de utilização a curto prazo por seus detentores, chamado de estoque inativo, para os demais órgãos da Companhia. Também já foram feitas negociações com os fornecedores visando utilizar este estoque inativo como dação em pagamento de novas compras. Até mesmo, um leilão internacional foi tentado sem muito sucesso, devido ao fato de os interessados estarem dispostos a pagar somente o preço equivalente a sucata, que costuma ficar entre 1 e 3% do preço de mercado.

Existe, ainda, uma forte tendência, dentro da Petrobrás, de se valorizar a continuidade operacional sem a devida preocupação com os custos resultantes. Assim, logo depois de um grande esforço de redução de estoques, costuma-se observar nova tendência de crescimento do inventário. Se este problema não for muito bem administrado, pode acontecer da Companhia entrar num ciclo vicioso de comprar materiais a preço de mercado para vendê-lo mais adiante a preço de sucata. Num mercado competitivo isto pode ser insuportável para a empresa.

A alta administração da Petrobrás vem procurando disseminar entre seus empregados, a exata noção de que o sucesso da empresa será benéfico para todos e que cada um deve procurar contribuir para este sucesso através de várias formas. Entre elas, está a redução de custos.

Alinhado com essa visão, o presente trabalho mostra os resultados que poderiam ser conseguidos, no que diz respeito à redução de estoques, através da aplicação do *Portfolio Effect*, desenvolvido por ZINN (1989), em estoques da Petrobrás. Para facilitar este trabalho, foram escolhidas as Refinarias do Estado de São Paulo devido à proximidade das mesmas e à semelhança existente entre os itens consumidos. A REPLAN, inclusive, é a refinaria de maior capacidade de destilação da Petrobrás, refinando uma média de 2.205 barris equivalentes (*Equivalent Distillation Capacity - EDC*) por dia. A capacidade equivalente das quatro refinarias juntas é de 5.519 barris por dia.

O quadro 6, da página seguinte, mostra o volume total de estoques, por refinaria, em dezembro de 2001.

### VOLUME TOTAL DE ESTOQUES DE MATERIAIS, POR REFINARIA

REFINARIA	ESTOQUES (R\$MIL)
RPBC	11.182.605
REVAP	7.670.892
REPLAN	9.038.435
RECAP	2.141.751
<b>TOTAL</b>	<b>30.033.683</b>

**Quadro 6**

Fonte:

Petrobrás/Materiais/MDAS

Cabe ressaltar que, embora este trabalho estude o caso das refinarias do Estado de São Paulo, os resultados da aplicação deste modelo podem ser verificados também para outras Unidades de Negócio da Companhia.

Os itens 5.4 e 5.5, a seguir, mostram como os estoques de materiais são classificados na Petrobrás. Isto vai permitir um melhor entendimento do critério adotado para seleção dos itens estudados.

#### 5.4 - Classificação quanto à Natureza dos Estoques

A apostila da Petrobrás "Curso Funcional Básico de Gestão de Estoques" agrupa os materiais em subconjuntos, em função das perspectivas de utilização futura. Podem ser:

- estoque ativo – resultante de planejamento prévio e destinado a uma utilização conhecida.
- estoque inativo – estoque sem perspectiva de utilização no curto ou médio prazos.
- estoque em análise – aguarda definição sobre sua classificação mais adequada, no estoque ativo ou inativo.

#### 5.5 - Classificação de Gestão

Considera a associação da classificação quanto à natureza e ao tipo de demanda, visando otimizar seu gerenciamento, através do estabelecimento de normas

adequadas e específicas de formação, manutenção, avaliação e destinação de materiais para cada um dos conjuntos formados, como abaixo:

- Consumo (C) - Estoque ativo e demanda probabilística.

Itens enquadrados em modelos de controle aprovados, com parâmetros implantados ou calculados conforme política de estoques do órgão, cujo ressuprimento é realizado automaticamente, após análise de estoque.

- Consumo Imediato (I) - Estoque ativo e demanda probabilística.

Itens cujo ressuprimento é realizado sem formação de estoques, em função de acordos de fornecimentos globais, com quantidades estabelecidas com base em históricos de consumo e entregas programadas para uso imediato.

- Especial (E) - Estoque ativo e demanda incerta.

Itens que representam grande importância operacional e/ou segurança (nível 1) não podendo ser aguardado processamento de compra, mesmo em caráter emergencial.

- Fim (F) - Estoque ativo e demanda programada.

Itens cujas aplicações na atividade fim do órgão estão planejadas quanto à quantidade e prazos de utilização.

- Obra (O) - Estoque ativo e demanda programada.

Itens cujas aplicações, em obras, estão planejadas quanto a quantidades e prazos de utilização.

- Manutenção (M) - Estoque ativo e demanda programada.

Itens cujas aplicações, em manutenção, estão planejadas quanto a quantidades e prazos de utilização.

- Análise (A) - Estoque em análise.

Itens oriundos de conclusões e/ou alterações de programas e/ou seus cronogramas, mudanças nas políticas de estoques, devoluções ao estoque e/ou eventuais falhas de planejamento, aguardando classificação adequada.

- Disponível (D) - Estoque inativo disponível.

Itens em perfeito estado de conservação, sem perspectiva de utilização no órgão detentor, constituindo-se em disponibilidade para uso de outros órgãos da Petrobras.

- Alienável (V) - Estoque inativo alienável.

Itens inservíveis e/ou obsoletos para a Petrobras.

- Eventual (L) - Estoque de demanda eventual.

Itens não estocáveis, de aplicação imediata, com trânsito simbólico pelos estoques.

## 5.6 – Metodologia Adotada

Como foi dito anteriormente, item 4.2, a metodologia adotada foi baseada no modelo do *Portfolio Effect*, pelo fato deste considerar pressuposições semelhantes às condições do caso estudado. Outros estoques que apresentem as características citadas, mesmo em se tratando de outros tipos de indústria ou de comércio, também poderão utilizar este modelo, que permite determinar o percentual de redução dos estoques de segurança através da centralização dos mesmos.

Para isso, foram seguidas as etapas:

- Identificação e análise dos itens consumidos pelas quatro Refinarias;
- Levantamento da demanda destes itens nas quatro Refinarias e cálculo do percentual de redução de cada item pela centralização
- Análise dos resultados.

### **Identificação dos itens, levantamento da demanda e cálculo do percentual de redução.**

O período de observação escolhido foi de fevereiro de 2000 à julho de 2001, pois era o período com os dados mais atualizados por ocasião do início do levantamento de dados para esse trabalho.

Por ocasião do início deste trabalho, o objetivo era estudar os itens classificados como itens de “Consumo” segundo os critérios de classificação por tipo de gestão, conforme citado anteriormente. O motivo principal para isso, era o fato de se tratarem de itens com consumo em quase todos os meses do período, o que facilitaria o tratamento estatístico.

No entanto, após o levantamento dos dados referentes a estes itens, foi possível constatar que estes envolviam valores financeiros pouco significativos, inferiores a US\$ 300.000,00, em relação aos estoques totais das refinarias.

Este trabalho passou, então, a considerar todos os itens, referentes a todas as classificações de gestão, consumidos pelas quatro refinarias no período acima mencionado visando, com isso, trabalhar com itens de valores bem mais significativos. O consumo total destes itens correspondeu, no período considerado, a US\$ 1.765 mil.

Para isso, foi desenvolvida uma *query* (programa de levantamento de dados) no QMF (*Query Management Facilities*). Trata-se de um *software* da IBM que permite o

levantamento, de maneira customizada, de informações extraídas de um banco de dados, geralmente em computador de grande porte. A *query* foi aplicada no banco de dados do SUM - Sistema Único de Material da Petrobrás para levantamento dos dados das refinarias.

Após levantamento, os itens foram agrupados em ordem decrescente do valor total consumido, identificando-se o percentual acumulado dos itens conforme Anexo "I".

Observar que o primeiro item não foi considerado na relação estudada, pelo fato deste incluir os catalisadores. Apesar de ser o de maior valor consumido, este item inclui vários tipos de produtos químicos, nem sempre com as mesmas características para cada refinaria, o que dificultaria seu estudo neste trabalho.

Devido à grande quantidade de itens, total de 224, e pelo fato deste trabalho buscar apenas mostrar o potencial de ganho a ser obtido pela consolidação dos estoques através do *Portfolio Effect*, esta verificação foi feita com os 16 mais importantes, que correspondem a 51,12% do valor total.

## **5.7 – Critérios de Análise e Interpretação dos Resultados**

### **5.7.1 – Critérios de Análise dos Resultados**

Os resultados obtidos, após aplicação da metodologia proposta, foram analisados considerando os seguintes indicadores:

- percentuais de redução proporcionados pela centralização
- redução dos estoques, em quantidade, para cada item
- redução dos estoques, em valor, para cada item
- ganho nos custos de manutenção de estoques
- ganho financeiro total.

### 5.7.2 – Interpretação dos Resultados

Para manter um determinado item em estoque, a Petrobrás gasta o equivalente a valor próprio do item mais seu custo financeiro. Assim, foi verificado, também, o somatório do valor de cada item com o seu custo financeiro.

Este custo financeiro é um custo de oportunidade referente ao montante imobilizado em estoque. Representa o retorno que a Petrobrás poderia estar auferindo se investisse este montante em outro tipo de aplicação. O planejamento estratégico da Companhia prevê, para a maioria dos empreendimentos, o ganho mínimo de 15% ao ano, isto é, o empreendimento só é viável financeiramente, se proporcionar, no mínimo, este retorno. Assim, pode-se considerar esta taxa como sendo a atratividade mínima que justifique novos investimentos. Por isso, esta foi considerada como a taxa de custo financeiro dos estoques. Para outras empresas, de menor porte, esta taxa poderia ser considerada até acanhada, pois somente a taxa de captação financeira para elas poderia ser muito maior.

Além destes, existem os custos de perdas e obsolescência dos itens estocados. Estes custos costumam ser difíceis de se medir com precisão. Por esse motivo, foram feitos estudos, há alguns anos atrás, para se determinar com a maior precisão possível, os custos de perdas e obsolescência dos materiais estocados nas extintas bases de armazenamento de Candeias, na Bahia e em São José dos Campos, no Estado de São Paulo. Na ocasião, estas perdas foram estimadas em 3% ao ano, segundo informação utilizada pela Unidade de Materiais/MDAS da Petrobras.

Foi adotada, neste trabalho, esta taxa para os estoques das Refinarias estudadas.

Dessa forma, o custo anual de manutenção dos estoques, é calculado segundo a taxa de 18% ao ano incluindo aí o custo financeiro e o de perdas e obsolescência.

Cabe lembrar que o modelo do *Portfolio Effect* indica o percentual de redução dos estoques pela consolidação dos mesmos, independentemente da taxa considerada.

O quadro 7, da página 64, é a consolidação das planilhas de cálculo de cada item, que se encontram no Anexo II deste trabalho. Mostra a situação atual, a redução obtida, no que diz respeito à quantidade de itens e seu respectivo valor, refletindo diretamente no custo de manutenção e a redução do gasto total para manter o item em estoque. Este gasto total foi considerado como o somatório do valor do próprio item e seu respectivo custo financeiro. Cabe ressaltar que não é escopo deste trabalho estudar outros custos

que ainda incidem sobre estes itens como, por exemplo, custos de conservação, movimentação, espaço ocupado etc.

A relação dos itens comuns consumidos pelas quatro Refinarias é mostrada no Anexo I deste trabalho. As planilhas de cálculo da redução de cada item, como foi dito anteriormente, estão no Anexo II ao final deste trabalho.

Observar que a redução total dos estoques dos itens estudados foi de 23,40%. Caso se decida excluir os itens de redução baixa, por exemplo, menos de 10%, esta média aumentará.

Observar que os itens 1 e 14 apresentaram redução inferior a 10%. O item 2 pode ser reduzido em 18,04%. Importante ressaltar que a metade dos itens apresentou redução percentual bastante significativa, como os itens 3, 4, 6, 8, 9, 10, 12 e 13, acima de 30%. Destaque para o item 13 com 51%.

A redução total considera os próprios valores dos itens mais os custos financeiros de estoque.

A decisão quanto à viabilidade da centralização poderá contemplar apenas parte dos itens. Itens que apresentem redução percentual baixa poderão continuar com gestão descentralizada. A definição do índice que justifique a centralização é uma decisão gerencial.

O local de estocagem pode ser em uma ou mais Refinarias, desde que todas tenham, a qualquer momento, a informação da existência e localização do item. Contudo, a gestão de estoques deverá ser centralizada, isto é, deverá considerar as demandas das quatro refinarias como se fossem uma. No caso de uma decisão de centralização física e não apenas da gestão, será necessária uma análise mais detalhada e aprofundada para determinação do local ou locais de centralização. Para isso, deverá ser verificada a melhor relação de custos e nível de serviço, considerando as distância entre as Refinarias e as variâncias dos tempos de transporte, os custos de transporte, a disponibilidade e o custo do espaço ocupado em cada localidade.

A utilização deste método em outras unidades de negócio da Petrobras, sobretudo se forem distantes uma das outras, deve considerar o impacto que pode provocar no nível de serviço.

Itens que não possam esperar o período máximo estimado de transporte, devem ficar fora desta centralização.

O mesmo pode ser dito com relação aos itens que apresentarem índice de redução baixo. Neste caso podem ser mantidos descentralizados. A definição deste índice é uma decisão gerencial.

A adoção parcerias ou de contratos de fornecimento globais, com os fornecedores, também podem agilizar o relacionamento da Refinaria ou do órgão de compra com estes fornecedores, reduzindo custos e tempos de ressuprimento dos itens utilizados.

### QUADRO DE CONSOLIDAÇÃO DAS PLANILHAS DE CÁLCULO

ITEM	SITUAÇÃO ATUAL			CENTRALIZAÇÃO			REDUÇÃO ES		REDUÇÃO C. MANUT		REDUÇÃO TOTAL	
	VALORES	MANUT	TOTAL	VALORES	ES	MANUT	TOTAL	VALOR	%	VALOR	%	VALOR
1	41.285,42	7.431,38	48.716,80	40.449,71	7.280,95	47.730,65	835,71	2,02%	150,43	2,02%	986,14	2,02%
2	17.189,18	3.094,05	20.283,24	14.089,01	2.536,02	16.625,04	3.100,17	18,04%	558,03	18,04%	3.658,20	18,04%
3	14.502,51	2.610,45	17.112,96	9.736,21	1.752,52	11.488,73	4.766,30	32,87%	857,93	32,87%	5.624,23	32,87%
4	1.405,53	253,00	1.658,53	707,05	127,27	834,32	698,48	49,69%	125,73	49,69%	824,20	49,69%
5	15.501,08	2.790,19	18.291,27	11.889,91	2.140,18	14.030,09	3.611,17	23,30%	650,01	23,30%	4.261,18	23,30%
6	12.342,65	2.221,68	14.564,33	6.606,29	1.189,13	7.795,42	5.736,37	46,48%	1.032,55	46,48%	6.768,91	46,48%
7	18.645,63	3.356,21	22.001,84	13.835,48	2.490,39	16.325,87	4.810,15	25,80%	865,83	25,80%	5.675,97	25,80%
8	13.129,81	2.363,37	15.493,18	7.269,38	1.308,49	8.577,87	5.860,43	44,63%	1.054,88	44,63%	6.915,31	44,63%
9	4.371,99	786,96	5.158,95	2.341,68	421,50	2.763,18	2.030,32	46,44%	365,46	46,44%	2.395,77	46,44%
10	8.387,17	1.509,69	9.896,87	4.352,83	783,51	5.136,34	4.034,34	48,10%	726,18	48,10%	4.760,53	48,10%
11	3.595,79	647,24	4.243,04	2.572,24	463,00	3.035,25	1.023,55	28,47%	184,24	28,47%	1.207,79	28,47%
12	9.785,53	1.761,40	11.546,93	6.735,16	1.212,33	7.947,49	3.050,37	31,17%	549,07	31,17%	3.599,44	31,17%
13	4.348,14	782,66	5.130,80	2.103,28	378,59	2.481,87	2.244,85	51,63%	404,07	51,63%	2.648,93	51,63%
14	20.538,91	3.697,00	24.235,91	18.976,45	3.415,76	22.392,21	1.562,47	7,61%	281,24	7,61%	1.843,71	7,61%
15	5.337,52	960,75	6.298,27	3.965,96	713,87	4.679,83	1.371,56	25,70%	246,88	25,70%	1.618,44	25,70%
16	6.388,20	1.149,88	7.538,07	5.077,05	913,87	5.990,92	1.311,14	20,52%	236,01	20,52%	1.547,15	20,52%
<b>TOTAL</b>	<b>196.755,08</b>	<b>35.415,91</b>	<b>232.171,00</b>	<b>150.707,71</b>	<b>27.127,39</b>	<b>177.835,09</b>	<b>46.047,38</b>	<b>23,40%</b>	<b>8.288,53</b>	<b>23,40%</b>	<b>54.335,90</b>	<b>23,40%</b>

**Quadro 7**

## CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### Comentários gerais

Com a recente entrada do Brasil no novo cenário mundial globalizado e a quebra do monopólio estatal do petróleo, a Petrobrás também teve que se adaptar, a começar pela sua organização, visando não só continuar sendo a maior empresa brasileira mas, principalmente, buscar um crescimento também na área internacional.

Este novo cenário atingiu, também, sua gerência de logística, incluindo a logística de suprimento de materiais que, internamente à Petrobrás, é conhecida como Sistema de Suprimento de Material – SSM.

E o SSM tem buscado se adequar ao novo cenário, visando à satisfação dos clientes internos e a redução dos custos logísticos. Para isso, tem adotado, de forma corporativa, sistemas de informação integrados, programas de redução de estoques, desenvolvimento de produtos e fornecedores e sistemas de avaliação de desempenho dos diversos órgãos operacionais. Nessa linha, a Unidade de Materiais se associou ao CAPS – *Center for Advanced Purchasing Studies*, instituição ligada à Universidade do Arizona, nos EUA, que desenvolve pesquisas na área de *supply chain* em vários segmentos da indústria em todo o mundo. Como produtos principais o CAPS torna disponíveis os *benchmarks* e promove reuniões (*roundtables*) com todas as empresas patrocinadoras, onde são apresentadas e discutidas as melhores práticas adotadas pelas empresas líderes, que as permitem alcançar aqueles *benchmarks*.

Neste contexto, os elevados custos financeiros de estoques tem se mostrado o elemento de custo mais significativo da logística de suprimento de materiais da Companhia.

Por esse motivo, este trabalho buscou, a partir de um estudo de caso, apresentar uma metodologia de redução preventiva de estoques que pudesse ser utilizada pelos diversos órgãos da Companhia.

Para isso, foi feita uma verificação, através da bibliografia atual, de diversos métodos de centralização de estoques. Foi escolhida a metodologia desenvolvida por ZINN, LEVY E BAOWERSOX (1989), que foi aplicada para o caso das quatro Refinarias da Petrobrás localizadas no Estado de São Paulo. O objetivo foi verificar o grau de

redução de estoques que poderia ser conseguido pela centralização dos seus itens de estoque comuns.

Os estudos permitiram chegar às seguintes conclusões e recomendações:

### **Conclusões**

- esta metodologia subsidia a tomada de decisão gerencial apoiada em dados evitando a decisão baseada em sentimento;
- a redução conseguida através da centralização dos estoques de todos os itens comuns às quatro Refinarias foi de 23,40%;
- para um estudo paralelo considerando apenas os itens “C”, itens de Consumo, o percentual de redução foi de 31,97%;
- o percentual de ganho é variável de acordo com o tipo de material escolhido para estudo. O maior ganho financeiro será obtido, por conseguinte, com materiais de maior valor;
- a metodologia pode ser aplicada a outros órgãos da Petrobras, inclusive a outros Segmentos da Companhia, cujos órgãos operacionais apresentem demanda de itens comuns;
- houve redução da quantidade de itens estocados para todos os itens estudados;
- o modelo é mais adequado para itens comprados no mercado nacional que, em 2001, representou 85% do total dos materiais comprados. Neste caso, é razoável assumir que não há incerteza no tempo de ressuprimento, devido ao poder de compra da Petrobrás e mecanismos de contratação que permitem exercer forte pressão sobre seus fornecedores, através da aplicação de pesadas multas contratuais, da ameaça de corte do cadastro de fornecedores e da dependência que estes tem da Petrobrás;
- As demandas de estoques descentralizados, correlacionadas negativamente, geram maiores economias, em caso de centralização de estoques, embora isso seja atenuado pela Magnitude;
- o tempo de ressuprimento pode ser reduzido através da intensificação do uso do comércio eletrônico e da celebração de acordos de parceria com os fornecedores em que estes se disponham, contratualmente, a manter estoques para pronta entrega;
- foram considerados somente os custos financeiros e de perdas e obsolescência, além do próprio valor dos itens;

Considerando os comentários acima e os resultados alcançados pela aplicação da metodologia, conclui-se que esta pode trazer grandes ganhos para a Petrobrás através da redução de estoques.

### **Recomendações**

- Uma continuação deste trabalho poderia incluir a aplicação desta metodologia de cálculo também para o caso de itens comuns a apenas duas e apenas três refinarias, o que aumentaria a redução dos estoques;
- Do mesmo modo, deve ser verificado o potencial de ganho para o caso dos catalisadores utilizados pelas refinarias;
- A decisão quanto à centralização deve considerar, também, os novos custos de emissão de pedidos, de transportes, de espaço ocupado, de pessoal e de outros custos contábeis (depreciação etc).

## BIBLIOGRAFIA

- ALVARENGA, A. C. e NOVAES, A. G. N., (2000), "Logística Aplicada", 3ª Edição, Editora Edgard Blucher, São Paulo.
- ARNOLD, J. R. T., (1999), "Administração de Materiais", Editora Atlas, São Paulo.
- BAKER, K. R., MAGAZINE, M. J. e NUTTLE, H. L. W., (1986), "The Effect of Commonality on Safety Stock in a Simple Inventory Model", *Management Science*, v. 32, n. 8, pp 982-988.
- BALLOU, R. H., (1995), *Logística Empresarial*, 1ª ed., São Paulo, Editora Atlas.
- BOWERSOX, D. J. e CLOSS, D. J., (1996), "Logistical Management", The McGraw-Hill Companies Inc., New York.
- CHRISTOPHER, M. (1999), "Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos", Editora Pioneira, São Paulo.
- DIAS, M. A. P., (1997), "Administração de Materiais: Uma Abordagem Logística", 4ª Edição, Editora Atlas, São Paulo.
- DORNIER, P. P., ERNEST, R., FENDER, M. e KOUVELIS, P., (2000), "Logística e Operações Globais", Editora Atlas, São Paulo.
- ELIE, A., (1999), "PETRÓLEO: ASPECTOS POLÍTICOS E ECONÔMICOS – SEREC/CEN-SUD – PETROBRAS - 6ª Edição.
- EPPEN, G. D., (1979), "Effects of Centralization on Expected Costs in a Multi-Location Newsboy Problem", *Management Science*, v. 25, n. 5, pp. 498-501.
- EVERS, P. T., BEIER, F. J., (1993), "The Portfolio Effect and Multiple Consolidation Points: A Critical Assessment of The Square Root Law", *Journal of Business Logistics*, v. 14, n. 2, pp. 109-125.
- EVERS, P. T., (1995), "Expanding The Square Root Law: An Analysis of Both Safety and Cycle Stocks", *Logistics and Transportation Review*, v. 31, n. 1, pp. 1-20.
- EVERS, P. T., (1996), "The Impact of Transshipments on Safety Stock Requirements", *Journal of Business Logistics*, v. 17, n. 1, pp. 109-133.
- EVERS, P. T., (1997), "Hidden Benefits of Emergency Transshipments", *Journal of Business Logistics*, v. 18, n. 2, pp. 55-76.
- FIGUEIREDO, E. D., (1999), "Modelo de Centralização de Estoques Para a Logística de Suprimentos do E&P – PETROBRAS", Tese de Mestrado – COPPE/UFRJ.
- REVISTA EXAME – MELHORES E MAIORES, julho de 2001

- NUNES, F. (2002), "Petrobrás Aposta na Produção de Novas Áreas no Litoral do Rio", GAZETA MERCANTIL, nº 1073, 13/05/2002, pp 1 e 3.
- LAMBERT, D. M., STOCK, J. R., (1992), *Strategic Logistics Management*, 3ª ed, Richard D. IRWIN, INC.
- LUCCHESI, C. F., (1998), "Petróleo", Petrobras.
- MAGAD, E. L., AMOS, J. M., (1995), "Total Materials Management", 2nd Edition, Chapman & Hall, New York.
- MAHMOUD, M. M., (1992), "Optimal Inventory Consolidation Schemes: A Portfolio Effect Analysis", *Journal of Business Logistics*, v. 13, n.1, pp. 193-214.
- MAISTER, D. H., (1976), "Centralization of Inventories and The Square Root Law", *International Journal of Physical Distribution and Materials Management*, v.6, n. 3, pp. 124-134.
- MARINHO JR, I. P., (1989), "Petróleo: Política e Poder – Um novo choque do petróleo?", Livraria José Olympio Editora S.A., Rio de Janeiro, RJ.
- PETROBRAS, (s/d), "40 Anos de Trabalho da Petrobrás: Uma História Brasileira de Sucesso".
- PETROBRAS, 2001, "Relatório Anual de Atividades (2000), Petróleo Brasileiro S.A. – Petrobras".
- PETROBRAS, 1989 - "Legislação do Petróleo – Compilação dos textos, índices e notas pelo Serviço Jurídico" – Comunicação Social – Rio de Janeiro.
- SAFATLE, C., SCHUFFNER, C. E ROCKMANN, R. (2002), "Avanço da Petrobras Reabre Polêmica Sobre Monopólio", VALOR ECONÔMICO, nº 469, 19/05/2002, pp A1 e A3.
- STOCK, J. R., (1998), "Development and Implementation of Reverse Logistics Programs", Council of Logistics Management – CLM.
- TALLON, W. J., (1993), "The Impact of Inventory Centralization on Aggregate Safety Stock: The Variable Supply Lead Time Case", *Journal of Business Logistics*, v. 14, n. 1, pp. 185-203.
- UNIDADE DE MATERIAIS, PETROBRAS (2002), "Relatório de Custos de Suprimento de Materiais e Equipamentos".
- VIANA, J. J., (2000), "Administração de Materiais: Um Enfoque Prático", Editora Atlas, São Paulo.

ZINN, W., LEVY, M., BOWERSOX, D. J., (1989), "Measuring The Effect of Inventory Centralization/Decentralization on Aggregate Safety Stock: The Square Root Law Revisited", *Journal of Business Logistics*, v. 10, n. 1, pp. 1-14.

ZINN, W.e MARMORSTEIN, H., (1990), "Comparing Two Alternative Methods of Determining Safety Stock Levels: The Demand and The Forecast System", *Journal of Business Logistics*, v. 11, n. 1, pp. 95-110.

ZINN, W., LEVY, M., BOWERSOX, D. J., (1990), "On Assumed Assumptions and The Inventory Centralization/Decentralization Issue, *Journal of Business Logistics*, v. 11, n. 2, pp. 139-142.

**ANEXO I**  
**(RELAÇÃO DE ITENS**  
**COMUNS ÀS**  
**QUATRO REFINARIAS)**

RELAÇÃO DOS ITENS COMUNS ÀS QUATRO REFINARIAS, CONSUMIDOS ENTRE JAN/2000 À JUNHO/2001

INCLUI TODAS AS CLASSIFICAÇÕES DE GESTÃO DE ESTOQUE

CÓDIGO MATERIAL	QUANTIDADE	VALOR TOTAL	% ACUMULADO
935005601850	156.894,720	142.844,68	8,09%
482003363626	4.216,000	117.665,11	14,76%
685003471790	15.990,750	109.565,30	20,97%
753004719595	28.551,000	95.497,70	26,38%
471002313430	1.177,840	54.890,58	29,49%
471002313180	2.323,090	53.121,71	32,50%
668506770914	93,000	49.030,06	35,28%
471302342810	2.921,000	39.978,52	37,54%
482003360754	119,000	36.779,06	39,63%
471002313310	1.022,380	34.041,49	41,56%
685004855961	9.473,000	32.802,51	43,42%
935004677701	7.252,630	29.340,25	45,08%
471002313009	2.427,520	27.442,49	46,63%
482003363612	1.017,000	27.091,90	48,17%
932005930680	2.674,000	26.118,15	49,65%
482003360771	41,000	25.984,36	51,12%
471003175973	89,800	25.806,75	52,58%
471002313074	1.819,090	23.104,20	53,89%
473003819120	2.114,000	20.731,42	55,07%
482003360768	62,000	19.042,91	56,15%
564004330609	27.500,000	18.396,15	57,19%
482003360737	140,000	18.038,43	58,21%
471002316943	5.753,010	17.986,25	59,23%
681003471364	2.577,500	17.121,94	60,20%
482003360740	128,000	17.066,40	61,17%
482003358939	25,000	16.265,73	62,09%
539504303407	297,000	15.297,97	62,95%
482003363630	355,000	15.193,59	63,82%
840504869666	2.272,000	14.398,64	64,63%
482003349500	302,000	12.996,73	65,37%
953505935797	2.815,000	12.992,51	66,10%
840504869670	1.983,000	12.873,10	66,83%
473003004854	2.262,000	12.822,89	67,56%
482003360710	171,000	12.682,86	68,28%
840504869652	1.982,000	12.348,98	68,98%
681001631805	4.297,540	12.309,39	69,68%
840505241904	1.706,000	11.777,87	70,34%
471002311632	472,040	11.723,97	71,01%
482003360891	46,000	10.999,90	71,63%
840505458040	1.585,000	10.863,57	72,25%
533006329851	2.153,000	10.550,75	72,84%
482003363835	356,000	10.457,41	73,44%
530703744503	3.261,300	10.372,81	74,02%
473003281249	43,000	10.369,62	74,61%
482003360888	69,000	10.205,51	75,19%
473003952651	475,000	10.198,98	75,77%
482003360901	49,000	10.090,41	76,34%
668506710024	229,000	9.660,27	76,89%

473003211121	2.517.000	9.562,56	77,43%
840505241894	1.367.000	9.557,89	77,97%
473003281283	358.000	9.227,51	78,49%
681001627873	59.355.000	9.140,10	79,01%
471002306860	1.902.330	8.851,87	79,51%
681003471350	1.003.000	8.693,13	80,01%
840505458053	1.277.000	8.590,10	80,49%
840504869683	1.316.000	8.169,67	80,96%
681001621142	1.069.000	7.737,37	81,39%
473003004097	800.000	7.362,81	81,81%
668506710038	175.000	7.311,31	82,23%
840505241880	1.041.000	7.307,14	82,64%
685004690035	2.420.000	7.100,39	83,04%
531003659540	39.843.000	6.876,97	83,43%
664002090218	2.443.000	6.719,76	83,81%
668506710007	280.000	6.705,96	84,19%
840504869649	1.072.000	6.395,69	84,55%
473003281475	50.000	6.091,42	84,90%
533006330017	1.364.000	6.088,99	85,24%
473003484948	208.000	5.765,10	85,57%
473003004840	1.286.000	5.582,47	85,89%
471002316988	777.240	5.289,95	86,19%
473003607110	70.000	5.191,58	86,48%
473003484951	78.000	5.145,21	86,77%
471002316957	1.406.730	5.003,35	87,06%
473003200450	254.000	4.800,99	87,33%
668506710010	208.000	4.742,31	87,60%
473003281338	84.000	4.561,41	87,86%
471003174540	325.050	4.518,39	88,11%
473003211118	1.295.000	4.403,68	88,36%
530703744493	1.935.790	4.360,30	88,61%
482003411228	7.000	4.174,43	88,84%
473003281235	346.000	4.162,56	89,08%
531003700183	35.786.000	4.155,53	89,32%
530703744517	968.500	4.112,77	89,55%
473003484934	274.000	4.094,63	89,78%
668506710041	96.000	4.087,54	90,01%
473003281307	101.000	4.021,20	90,24%
471002316930	1.479.100	4.015,79	90,47%
473003211152	462.000	4.000,10	90,69%
840505688172	560.000	3.698,85	90,90%
473003211481	492.000	3.678,30	91,11%
681001621036	5.622.000	3.671,53	91,32%
471002317006	274.310	3.614,71	91,53%
597002394646	3.006.000	3.568,54	91,73%
473003484903	398.000	3.508,77	91,93%
533006329999	2.640.000	3.294,85	92,11%
473003485549	293.000	3.200,04	92,29%
530703744520	590.640	3.185,79	92,48%
840504869697	504.000	3.174,30	92,66%
473003000130	1.354.000	3.153,39	92,83%
473003211135	576.000	3.041,37	93,01%
840504869635	468.000	2.980,65	93,17%
533006330003	1.867.000	2.974,43	93,34%

473003281177	409.000	2.952,96	93,51%
473003378690	62.000	2.839,99	93,67%
473003002494	1.329.000	2.819,87	93,83%
533006329985	3.516.000	2.684,65	93,98%
533006329834	1.571.000	2.646,27	94,13%
473003005469	18.000	2.487,31	94,27%
531003907324	29.516.000	2.429,54	94,41%
482003360799	6.000	2.408,79	94,55%
471002335400	957.450	2.373,39	94,68%
473003005441	36.000	2.250,94	94,81%
473003823100	26.000	2.233,00	94,94%
473003238401	40.000	2.224,57	95,06%
473003654400	240.000	2.163,34	95,19%
533006329820	2.181.000	2.152,19	95,31%
531003659639	6.167.000	2.044,26	95,42%
533006329971	4.045.000	1.965,02	95,53%
530703744342	262.960	1.884,29	95,64%
482003401305	18.000	1.865,44	95,75%
473003484965	176.000	1.850,99	95,85%
473003245853	18.000	1.842,88	95,96%
473003002480	1.055.000	1.795,59	96,06%
533006329848	919.000	1.731,02	96,16%
473003635871	52.000	1.691,04	96,25%
473003204578	52.000	1.620,18	96,34%
473003484893	81.000	1.504,73	96,43%
533006447416	4.523.000	1.499,90	96,51%
482003411245	10.000	1.482,42	96,60%
473003635840	17.000	1.470,30	96,68%
840504869707	252.000	1.441,03	96,76%
473003250314	22.000	1.438,80	96,84%
473003281101	514.000	1.428,78	96,93%
473003654283	43.000	1.407,69	97,01%
473003484982	48.000	1.365,66	97,08%
533004188238	2.419.000	1.287,38	97,16%
482003411958	37.000	1.273,00	97,23%
473003004871	104.000	1.262,99	97,30%
473003211478	346.000	1.253,41	97,37%
473003002518	185.000	1.227,83	97,44%
473003819013	222.000	1.224,83	97,51%
471002317023	61.610	1.220,34	97,58%
473003654270	57.000	1.178,51	97,65%
597602104124	598.000	1.163,74	97,71%
531003700170	17.343.000	1.158,35	97,78%
473003484979	47.000	1.157,04	97,84%
473003005099	187.000	1.150,72	97,91%
530703744480	769.650	1.099,13	97,97%
473003000127	474.000	1.075,69	98,03%
597603115607	578.000	1.048,00	98,09%
471002349717	40.950	1.035,61	98,15%
473003005424	35.000	997,29	98,21%
473003280576	50.000	984,72	98,26%
533004188224	2.498.000	965,15	98,32%
473003606780	103.000	962,01	98,37%
533006499575	4.561.000	920,26	98,42%

473003002758	544.000	918,26	98,47%
473003485535	136.000	902,15	98,53%
471002335880	121.790	872,48	98,58%
473003002761	388.000	866,04	98,62%
473003202721	54.000	859,20	98,67%
473003004868	147.000	834,06	98,72%
473003281115	207.000	827,37	98,77%
473003281180	73.000	816,25	98,81%
840505232079	136.000	800,61	98,86%
533004188210	3.297.000	776,02	98,90%
681001618880	232.000	747,48	98,95%
473003200327	74.000	736,20	98,99%
533006329940	4.475.000	725,04	99,03%
473003204605	5.000	719,97	99,07%
473003005407	35.000	685,07	99,11%
473003710294	66.000	596,09	99,14%
473003801490	365.000	583,50	99,17%
473003005085	124.000	573,62	99,21%
473003823069	45.000	564,11	99,24%
473003211495	88.000	536,43	99,27%
473003323549	76.000	534,69	99,30%
482004954229	11.000	533,21	99,33%
473003238326	27.000	496,54	99,36%
473003005931	64.000	491,07	99,39%
473003280528	49.000	449,62	99,41%
533006447584	5.783.000	439,31	99,44%
473003003434	195.000	425,75	99,46%
473003484920	52.000	422,85	99,48%
473003654297	12.000	421,94	99,51%
473003215132	116.000	420,82	99,53%
473004560605	43.000	411,83	99,56%
473003215150	85.000	409,25	99,58%
473003000144	125.000	405,16	99,60%
533006447608	2.060.000	389,84	99,62%
530703744462	217.050	364,07	99,64%
533006329937	4.584.000	357,44	99,66%
533006329923	4.550.000	356,44	99,68%
473003202677	29.000	341,53	99,70%
473003801487	248.000	341,08	99,72%
473003005438	8.000	323,82	99,74%
473003000425	22.000	316,38	99,76%
473003003242	151.000	313,57	99,78%
473003221596	94.000	311,21	99,80%
473003819058	33.000	304,10	99,81%
473003002775	96.000	268,28	99,83%
533006329910	5.178.000	241,64	99,84%
473003322773	36.000	233,79	99,85%
473003323570	17.000	227,08	99,87%
473003004052	75.000	223,93	99,88%
473003005383	27.000	223,27	99,89%
473003005980	13.000	208,61	99,90%
473003004066	90.000	194,83	99,92%
473003311619	37.000	168,82	99,93%
473003819044	26.000	165,37	99,93%

473003005900	26.000	157,77	99,94%
473003003393	88.000	157,34	99,95%
533006329817	2.808.000	152,31	99,96%
531003700152	2.860.000	144,44	99,97%
473003004070	48.000	143,10	99,98%
473003002730	71.000	118,88	99,98%
473003280408	51.000	110,05	99,99%
473003606793	2.000	103,42	100,00%
473003218227	24.000	94,68	100,00%
473003002570	14.000	83,02	100,01%
533003581118	45.000	67,68	100,01%
473003218748	11.000	62,88	100,01%
592001551977	92.000	31,59	100,02%
473003005109	-34.000	-270,61	100,00%
<b>TOTAL</b>		<b>1.764.843,70</b>	

**ANEXO II**  
**(PLANILHAS DE CÁLCULO**  
**DO PE, POR ITEM)**

## CÓDIGO DO MATERIAL = 935005601850

DEMANDA POR REFINARIA					
MÊS	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP	TOTAL
fev/00	-0,11	0	0	90	89,89
mar/00	0	11450	0	0	11450
abr/00	0	111300	0	1260	112560
mai/00	0	0	1800	0	1800
jun/00	0	0	0	0	0
jul/00	0	0	0	0	0
ago/00	0	0	0	1000	1000
set/00	0	0	0	0	0
out/00	0	0	0	0	0
nov/00	0	0	0	0	0
dez/00	0	0	0	0	0
jan/01	0	0	0	0	0
fev/01	0	0	0	0	0
mar/01	0	0	0	0	0
abr/01	-4,95	0	0	0	-4,95
mai/01	-0,22	0	0	0	-0,22
jun/01	0	0	0	0	0
jul/01	0	30000	0	0	30000
<b>MÉDIA</b>	<b>-0,2933</b>	<b>8486,1</b>	<b>100</b>	<b>130,56</b>	<b>8716,4</b>
<b>DESV. PAD (S)</b>	<b>1,1635</b>	<b>26704</b>	<b>424,26</b>	<b>366,93</b>	<b>26940</b>
<b>ES</b>	<b>1,9198</b>	<b>44061</b>	<b>700,04</b>	<b>605,44</b>	<b>44450</b>

## CÁLCULO DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO (Pij)

	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP
RPBC		0,085	0,063	0,094
REPLAN			-0,079	0,722
RECAP				-0,089
REVAP				

## CÁLCULO DA MAGNITUDE (Mij)

	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP
RPBC		22950,854	364,639	315,366
REPLAN			62,941	72,775
RECAP				1,156
REVAP				

Obs: Desvio-padrão maior, sempre no numerador

O coeficiente de correlação varia de -1 a +1.  
Quanto mais próximo de -1, melhor para o PE.  
Sendo positivo, quanto menor, melhor.

## DESVIO PADRÃO (S) EM ORDEM DECRESCENTE

26703,75 424,2641 366,9344 1,163519

CÁLCULO DO PORTFOLIO EFFECT -  $PE=1-((Sa/(S_{RPBC}+S_{REPLAN}+S_{RECAP}+S_{REVAP})))$ PE<sub>1234</sub> 0,0202

VERIFICAÇÃO1= 0,0202

VERIFICAÇÃO2= 0,0202 (CALCULADO PELA FÓRMULA DO ZINN)

## CÁLCULO DO DESVIO PADRÃO DO ESTOQUE CONSOLIDADO

VERIFICAÇÃO = Sa = 26940 (DESVIO PADRÃO CENTRALIZADO)

Estoque de segurança total (atual) das quatro refinarias = 45.369 itens

Estoque de segurança compartilhado = 44.450 itens

Redução do número de itens = 918 itens

Valor unitário médio do item (US\$) = 0,91

Redução do custo anual de manutenção de estoque = redução do número de itens x valor unitário do item x 0,18

**\$150,43**CÁLCULO DO PORTFOLIO EFFECT (DUAS A DUAS)  
ATRÁVES DAS MAGNITUDES

	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP
RPBC		0,000	0,003	0,003
REPLAN			0,017	0,004
RECAP				0,323
REVAP				

32,3% é a maior redução obtida entre duas refinarias

## CÓDIGO DO MATERIAL = 482003363626

DEMANDA POR REFINARIA					
MÊS	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP	TOTAL
fev/00	23	35	0	7	65
mar/00	34	212	0	9	255
abr/00	13	62	0	9	84
mai/00	10	15	3	9	37
jun/00	11	18	4	7	40
jul/00	13	9	0	10	32
ago/00	19	526	6	34	585
set/00	57	1100	2	1	1160
out/00	37	641	0	79	757
nov/00	131	27	0	110	268
dez/00	88	98	2	46	234
jan/01	11	41	0	7	59
fev/01	33	19	2	15	69
mar/01	61	80	0	6	147
abr/01	171	15	0	1	187
mai/01	0	28	0	18	46
jun/01	8	12	10	23	53
jul/01	12	41	0	3	56
<b>MÉDIA</b>	<b>40,667</b>	<b>165,5</b>	<b>1,6111</b>	<b>21,889</b>	<b>229,67</b>
<b>DESV. PAD (S)</b>	<b>46,488</b>	<b>294,74</b>	<b>2,7255</b>	<b>29,309</b>	<b>305,94</b>
<b>ES</b>	<b>76,706</b>	<b>486,32</b>	<b>4,497</b>	<b>48,361</b>	<b>504,8</b>

## CÁLCULO DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO (Pij)

	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP
RPBC		0,025	-0,258	0,357
REPLAN			0,075	0,115
RECAP				-0,016
REVAP				

## CÁLCULO DA MAGNITUDE (Mij)

	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP
RPBC		6,340	17,057	1,586
REPLAN			108,142	10,056
RECAP				10,754
REVAP				

Obs: Desvio-padrão maior, sempre no numerador

O coeficiente de correlação varia de -1 a +1.  
Quanto mais próximo de -1, melhor para o PE.  
Sendo positivo, quanto menor, melhor.

## DESVIO PADRÃO (S) EM ORDEM DECRESCENTE

294,7366 46,48846 29,30948 2,725455

CÁLCULO DO PORTFOLIO EFFECT -  $PE=1-((Sa/(S_{RPBC}+S_{REPLAN}+S_{RECAP}+S_{REVAP})))$ PE<sub>1234</sub> 0,1804

VERIFICAÇÃO1= 0,1804

VERIFICAÇÃO2= 0,1804 (CALCULADO PELA FÓRMULA DO ZINN)

## CÁLCULO DO DESVIO PADRÃO DO ESTOQUE CONSOLIDADO

VERIFICAÇÃO = Sa = 305,94 (DESVIO PADRÃO CENTRALIZADO)

Estoque de segurança total (atual) das quatro refinarias = 616 itens

Estoque de segurança compartilhado = 505 itens

Redução do número de itens = 111 itens

Valor unitário médio do item (US\$) = 27,91

Redução do custo anual de manutenção de estoque = redução do número de itens x valor unitário do item x 0,18

**\$558,03**CÁLCULO DO PORTFOLIO EFFECT (DUAS A DUAS)  
ATRAVÉS DAS MAGNITUDES

	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP
RPBC		0,122	0,068	0,166
REPLAN			0,008	0,076
RECAP				0,082
REVAP				

16,6% é a maior redução obtida entre duas refinarias

## CÓDIGO DO MATERIAL = 685003471790

DEMANDA POR REFINARIA					
MÊS	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP	TOTAL
fev/00	9,68	1000	0	0	1009,7
mar/00	9,33	1000	150	2000	3159,3
abr/00	7,17	1240	500	0	1747,2
mai/00	5,6	0	0	0	5,6
jun/00	6,09	850	0	0	856,09
jul/00	4,6	425	0	0	429,6
ago/00	4,84	850	500	0	1354,8
set/00	2,4	850	0	0	852,4
out/00	2	0	925	0	927
nov/00	4,91	0	0	0	4,91
dez/00	3,5	0	0	0	3,5
jan/01	4,63	340	0	0	344,63
fev/01	4,83	0	0	0	4,83
mar/01	7,63	1270	100	500	1877,6
abr/01	7,64	425	0	500	932,64
mai/01	7,58	850	600	0	1457,6
jun/01	9,13	0	0	500	509,13
jul/01	3,7	0	0	0	3,7
<b>MÉDIA</b>	<b>5,8478</b>	<b>505,56</b>	<b>154,17</b>	<b>194,44</b>	<b>860,01</b>
<b>DESV. PAD (S)</b>	<b>2,3216</b>	<b>480</b>	<b>278,69</b>	<b>489,26</b>	<b>839,36</b>
<b>ES</b>	<b>3,8307</b>	<b>792</b>	<b>459,83</b>	<b>807,29</b>	<b>1385</b>

## CÁLCULO DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO (Pij)

	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP
RPBC		0,471	-0,151	0,538
REPLAN			0,189	0,270
RECAP				-0,082
REVAP				

## CÁLCULO DA MAGNITUDE (Mij)

	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP
RPBC		206,750	120,038	210,740
REPLAN			1,722	1,019
RECAP				1,756
REVAP				

Obs: Desvio-padrão maior, sempre no numerador

O coeficiente de correlação varia de -1 a +1.  
Quanto mais próximo de -1, melhor para o PE.  
Sendo positivo, quanto menor, melhor.

## DESVIO PADRÃO (S) EM ORDEM DECRESCENTE

489,2638 479,9997 278,6852 2,321644

CÁLCULO DO PORTFOLIO EFFECT -  $PE=1-((Sa/(S_{RPBC}+S_{REPLAN}+S_{RECAP}+S_{REVAP})))$ PE<sub>1234</sub> 0,3287

VERIFICAÇÃO1= 0,3287

VERIFICAÇÃO2= 0,3287 (CALCULADO PELA FÓRMULA DO ZINN)

## CÁLCULO DO DESVIO PADRÃO DO ESTOQUE CONSOLIDADO

VERIFICAÇÃO = Sa = 839,36 (DESVIO PADRÃO CENTRALIZADO)

Estoque de segurança total (atual) das quatro refinarias = 2.063 itens

Estoque de segurança compartilhado = 1.385 itens

Redução do número de itens = 678 itens

Valor unitário médio do item (US\$) = 7,03

Redução do custo anual de manutenção de estoque = redução do número de itens x valor unitário do item x 0,18

**\$857,93**CÁLCULO DO PORTFOLIO EFFECT (DUAS A DUAS)  
ATRAVÉS DAS MAGNITUDES

	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP
RPBC		0,003	0,009	0,002
REPLAN			0,211	0,203
RECAP				0,293
REVAP				

29,3% é a maior redução obtida entre duas refinarias

## CÓDIGO DO MATERIAL = 753004719595

DEMANDA POR REFINARIA					
MÊS	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP	TOTAL
fev/00	519	387	188	310	1404
mar/00	588	447	216	318	1569
abr/00	582	400	172	292	1446
mai/00	360	432	193	428	1413
jun/00	787	316	234	369	1706
jul/00	700	367	142	304	1513
ago/00	599	408	241	358	1606
set/00	513	439	165	347	1464
out/00	644	434	309	334	1721
nov/00	463	339	272	408	1482
dez/00	587	331	190	355	1463
jan/01	665	395	220	247	1527
fev/01	398	334	200	227	1159
mar/01	593	422	242	374	1631
abr/01	716	349	190	321	1576
mai/01	460	437	269	394	1560
jun/01	602	344	172	410	1528
jul/01	589	392	191	243	1415
<b>MÉDIA</b>	<b>575,83</b>	<b>387,39</b>	<b>211,44</b>	<b>335,5</b>	<b>1510,2</b>
<b>DESV. PAD (S)</b>	<b>110,02</b>	<b>43,347</b>	<b>42,948</b>	<b>58,723</b>	<b>128,3</b>
<b>ES</b>	<b>181,54</b>	<b>71,522</b>	<b>70,864</b>	<b>96,893</b>	<b>211,69</b>

## CÁLCULO DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO (Pij)

	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP
RPBC		-0,279	-0,040	-0,183
REPLAN			0,216	0,079
RECAP				0,273
REVAP				

## CÁLCULO DA MAGNITUDE (Mij)

	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP
RPBC		2,538	2,562	1,874
REPLAN			1,009	1,355
RECAP				1,367
REVAP				

Obs: Desvio-padrão maior, sempre no numerador

O coeficiente de correlação varia de -1 a +1.  
Quanto mais próximo de -1, melhor para o PE.  
Sendo positivo, quanto menor, melhor.

## DESVIO PADRÃO (S) EM ORDEM DECRESCENTE

110,0237 58,72293 43,34694 42,9476

CÁLCULO DO PORTFOLIO EFFECT -  $PE=1-((Sa/(S_{RPBC}+S_{REPLAN}+S_{RECAP}+S_{REVAP})))$ PE<sub>1234</sub> 0,4969

VERIFICAÇÃO1= 0,4969

VERIFICAÇÃO2= 0,4969 (CALCULADO PELA FÓRMULA DO ZINN)

## CÁLCULO DO DESVIO PADRÃO DO ESTOQUE CONSOLIDADO

VERIFICAÇÃO = Sa = 128,3 (DESVIO PADRÃO CENTRALIZADO)

Estoque de segurança total (atual) das quatro refinarias = 421 itens

Estoque de segurança compartilhado = 212 itens

Redução do número de itens = 209 itens

Valor unitário médio do item (US\$) = 3,34

Redução do custo anual de manutenção de estoque = redução do número de itens x valor unitário do item x 0,18

**\$125,73**CÁLCULO DO PORTFOLIO EFFECT (DUAS A DUAS)  
ATRAVÉS DAS MAGNITUDES

	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP
RPBC		0,306	0,238	0,319
REPLAN			0,220	0,258
RECAP				0,197
REVAP				

31,9% é a maior redução obtida entre duas refinarias

## CÓDIGO DO MATERIAL = 471002313430

DEMANDA POR REFINARIA					
MÊS	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP	TOTAL
fev/00	0	3	0	0	3
mar/00	0	4	0	0	4
abr/00	0	0	0	0	0
mai/00	0	0	0	0	0
jun/00	0	0	0	0	0
jul/00	3	0	0	0	3
ago/00	0,91	0	0	0	0,91
set/00	71,75	0	0	0	71,75
out/00	0	0	0	568	568
nov/00	102	0	0	282	384
dez/00	0	0	0	18	18
jan/01	0,3	0	6,25	0	6,55
fev/01	6,58	0	0	0	6,58
mar/01	6	42,65	0	0	48,65
abr/01	0,2	0	73,5	0	73,7
mai/01	-10,3	0	0	0	-10,3
jun/01	0	0	0	0	0
jul/01	0	0	0	0	0
<b>MÉDIA</b>	<b>10,024</b>	<b>2,7583</b>	<b>4,4306</b>	<b>48,222</b>	<b>65,436</b>
<b>DESV. PAD (S)</b>	<b>28,634</b>	<b>10,021</b>	<b>17,3</b>	<b>145,65</b>	<b>154,64</b>
<b>ES</b>	<b>47,246</b>	<b>16,534</b>	<b>28,545</b>	<b>240,32</b>	<b>255,15</b>

## CÁLCULO DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO (Pij)

	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP
RPBC		-0,050	-0,093	0,283
REPLAN			-0,075	-0,096
RECAP				-0,090
REVAP				

## CÁLCULO DA MAGNITUDE (Mij)

	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP
RPBC		2,857	1,655	5,086
REPLAN			1,726	14,534
RECAP				8,419
REVAP				

Obs: Desvio-padrão maior, sempre no numerador

O coeficiente de correlação varia de -1 a +1.  
Quanto mais próximo de -1, melhor para o PE.  
Sendo positivo, quanto menor, melhor.

## DESVIO PADRÃO (S) EM ORDEM DECRESCENTE

145,6456 28,6342 17,30008 10,02078

CÁLCULO DO PORTFOLIO EFFECT -  $PE=1-((Sa/(S_{RPBC}+S_{REPLAN}+S_{RECAP}+S_{REVAP})))$ 

PE<sub>1234</sub> 0,233  
VERIFICAÇÃO1= 0,233  
VERIFICAÇÃO2= 0,233 (CALCULADO PELA FÓRMULA DO ZINN)

## CÁLCULO DO DESVIO PADRÃO DO ESTOQUE CONSOLIDADO

VERIFICAÇÃO = Sa = 154,64 (DESVIO PADRÃO CENTRALIZADO)

Estoque de segurança total (atual) das quatro refinarias = 333 itens  
Estoque de segurança compartilhado = 255 itens  
Redução do número de itens = 77 itens  
Valor unitário médio do item (US\$) = 46,6  
Redução do custo anual de manutenção de estoque = redução do número de itens x valor unitário do item x 0,18  
**\$650,01**

CÁLCULO DO PORTFOLIO EFFECT (DUAS A DUAS)  
ATRAVÉS DAS MAGNITUDES

	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP
RPBC		0,227	0,302	0,104
REPLAN			0,292	0,068
RECAP				0,109
REVAP				

30,2% é a maior redução obtida entre duas refinarias

## CÓDIGO DO MATERIAL = 471002313180

DEMANDA POR REFINARIA					
MÊS	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP	TOTAL
fev/00	0	172,7	0	1,5	174,2
mar/00	0	6,4	0	0	6,4
abr/00	0	59,91	0	0	59,91
mai/00	0	-6	0	0	-6
jun/00	0	0,3	24	0	24,3
jul/00	0,44	0	0,65	0	1,09
ago/00	0	2	0	152	154
set/00	0	0	0	5	5
out/00	0	36	0	282	318
nov/00	120,21	22	0	15	157,21
dez/00	24	1,5	0	0	25,5
jan/01	0	1	0	0	1
fev/01	0	0	0	0	0
mar/01	82,57	396,39	0	0	478,96
abr/01	7,46	384	123,3	0	514,76
mai/01	-13	1,76	385,65	0	374,41
jun/01	0	6	0	0	6
jul/01	1,35	24	0	0	25,35
<b>MÉDIA</b>	<b>12,391</b>	<b>61,553</b>	<b>29,644</b>	<b>25,306</b>	<b>128,89</b>
<b>DESV. PAD (S)</b>	<b>33,701</b>	<b>126,56</b>	<b>93,522</b>	<b>73,306</b>	<b>175,07</b>
<b>ES</b>	<b>55,606</b>	<b>208,82</b>	<b>154,31</b>	<b>120,95</b>	<b>288,86</b>

## CÁLCULO DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO (Pij)

	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP
RPBC		0,339	-0,200	-0,091
REPLAN			0,075	-0,108
RECAP				-0,116
REVAP				

## CÁLCULO DA MAGNITUDE (Mij)

	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP
RPBC		3,755	2,775	2,175
REPLAN			1,353	1,726
RECAP				1,276
REVAP				

Obs: Desvio-padrão maior, sempre no numerador

O coeficiente de correlação varia de -1 a +1.  
Quanto mais próximo de -1, melhor para o PE.  
Sendo positivo, quanto menor, melhor.

## DESVIO PADRÃO (S) EM ORDEM DECRESCENTE

126,5553 93,52161 73,30579 33,70063

CÁLCULO DO PORTFOLIO EFFECT -  $PE=1-((Sa/(S_{RPBC}+S_{REPLAN}+S_{RECAP}+S_{REVAP})))$ 

PE<sub>1234</sub> 0,4648  
VERIFICAÇÃO1= 0,4648  
VERIFICAÇÃO2= 0,4648 (CALCULADO PELA FÓRMULA DO ZINN)

## CÁLCULO DO DESVIO PADRÃO DO ESTOQUE CONSOLIDADO

VERIFICAÇÃO = Sa = 175,07 (DESVIO PADRÃO CENTRALIZADO)

Estoque de segurança total (atual) das quatro refinarias = 540 itens  
Estoque de segurança compartilhado = 289 itens  
Redução do número de itens = 251 itens  
Valor unitário médio do item (US\$) = 22,87

Redução do custo anual de manutenção de estoque = redução do número de itens x valor unitário do item x 0,18

**\$1.032,55**

CÁLCULO DO PORTFOLIO EFFECT (DUAS A DUAS) ATRAVÉS DAS MAGNITUDES				
	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP
RPBC		0,117	0,270	0,273
REPLAN			0,260	0,303
RECAP				0,329
REVAP				

32,9% é a maior redução obtida entre duas refinarias

## CÓDIGO DO MATERIAL = 668506770914

DEMANDA POR REFINARIA					
MÊS	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP	TOTAL
fev/00	0	0	0	0	0
mar/00	0	0	0	0	0
abr/00	0	0	0	0	0
mai/00	0	0	0	0	0
jun/00	0	0	0	0	0
jul/00	0	0	0	0	0
ago/00	0	0	0	0	0
set/00	0	0	0	0	0
out/00	0	0	0	0	0
nov/00	0	0	0	0	0
dez/00	0	0	0	0	0
jan/01	0	0	0	0	0
fev/01	67	0	0	0	67
mar/01	0	0	0	0	0
abr/01	0	0	12	0	12
mai/01	1	1	0	0	2
jun/01	0	0	0	0	0
jul/01	0	10	0	2	12
<b>MÉDIA</b>	<b>3,7778</b>	<b>0,6111</b>	<b>0,6667</b>	<b>0,1111</b>	<b>5,1667</b>
<b>DESV. PAD (S)</b>	<b>15,78</b>	<b>2,3549</b>	<b>2,8284</b>	<b>0,4714</b>	<b>15,905</b>
<b>ES</b>	<b>26,037</b>	<b>3,8857</b>	<b>4,6669</b>	<b>0,7778</b>	<b>26,243</b>

## CÁLCULO DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO (Pij)

	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP
RPBC		-0,064	-0,060	-0,060
REPLAN			-0,065	0,995
RECAP				-0,059
REVAP				

## CÁLCULO DA MAGNITUDE (Mij)

	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP
RPBC		6,701	5,579	33,474
REPLAN			1,201	4,996
RECAP				6,000
REVAP				

Obs: Desvio-padrão maior, sempre no numerador

O coeficiente de correlação varia de -1 a +1.  
Quanto mais próximo de -1, melhor para o PE.  
Sendo positivo, quanto menor, melhor.

## DESVIO PADRÃO (S) EM ORDEM DECRESCENTE

15,77994 2,828427 2,354942 0,471405

CÁLCULO DO PORTFOLIO EFFECT -  $PE=1-((Sa/(S_{RPBC}+S_{REPLAN}+S_{RECAP}+S_{REVAP})))$ 

$PE_{1234}$  0,258  
VERIFICAÇÃO1= 0,258  
VERIFICAÇÃO2= 0,258 (CALCULADO PELA FÓRMULA DO ZINN)

## CÁLCULO DO DESVIO PADRÃO DO ESTOQUE CONSOLIDADO

VERIFICAÇÃO =  $Sa = 15,905$  (DESVIO PADRÃO CENTRALIZADO)

Estoque de segurança total (atual) das quatro refinarias = 35 itens  
Estoque de segurança compartilhado = 26 itens  
Redução do número de itens = 9 itens  
Valor unitário médio do item (US\$) = 527,2  
Redução do custo anual de manutenção de estoque = redução do número de itens x valor unitário do item x 0,18  
**\$865,83**

CÁLCULO DO PORTFOLIO EFFECT (DUAS A DUAS)  
ATRAVÉS DAS MAGNITUDES

	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP
RPBC		0,129	0,147	0,030
REPLAN			0,313	0,001
RECAP				0,139
REVAP				

31,3% é a maior redução obtida entre duas refinarias

## CÓDIGO DO MATERIAL = 471302342810

DEMANDA POR REFINARIA					
MÊS	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP	TOTAL
fev/00	0	0	0	0	0
mar/00	0	0	0	0	0
abr/00	0	540	0	0	540
mai/00	0	0	0	0	0
jun/00	3	0	0	0	3
jul/00	0	0	0	0	0
ago/00	0	0	0	0	0
set/00	0	0	0	0	0
out/00	24	0	0	0	24
nov/00	0	0	0	0	0
dez/00	0	0	0	0	0
jan/01	0	0	214	0	214
fev/01	0	0	700	0	700
mar/01	0	0	0	0	0
abr/01	0	0	12	1150	1162
mai/01	40	0	0	0	40
jun/01	0	0	0	250	250
jul/01	0	10	0	2	12
<b>MÉDIA</b>	<b>3,7222</b>	<b>30,556</b>	<b>51,444</b>	<b>77,889</b>	<b>163,61</b>
<b>DESV. PAD (S)</b>	<b>10,67</b>	<b>127,16</b>	<b>169,48</b>	<b>273,95</b>	<b>321,82</b>
<b>ES</b>	<b>17,606</b>	<b>209,82</b>	<b>279,64</b>	<b>452,01</b>	<b>531</b>

## CÁLCULO DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO (Pij)

	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP
RPBC		-0,089	-0,112	-0,105
REPLAN			-0,077	-0,072
RECAP				-0,074
REVAP				

## CÁLCULO DA MAGNITUDE (Mij)

	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP
RPBC		11,917	15,883	25,673
REPLAN			1,333	2,154
RECAP				1,616
REVAP				

Obs: Desvio-padrão maior, sempre no numerador

O coeficiente de correlação varia de -1 a +1.  
Quanto mais próximo de -1, melhor para o PE.  
Sendo positivo, quanto menor, melhor.

## DESVIO PADRÃO (S) EM ORDEM DECRESCENTE

273,9476 169,4806 127,1623 10,6705

CÁLCULO DO PORTFOLIO EFFECT -  $PE=1-((Sa/(S_{RPBC}+S_{REPLAN}+S_{RECAP}+S_{REVAP})))$ PE<sub>1234</sub> 0,4463

VERIFICAÇÃO1= 0,4463

VERIFICAÇÃO2= 0,4463 (CALCULADO PELA FÓRMULA DO ZINN)

## CÁLCULO DO DESVIO PADRÃO DO ESTOQUE CONSOLIDADO

VERIFICAÇÃO = Sa = 321,82 (DESVIO PADRÃO CENTRALIZADO)

CÁLCULO DO PORTFOLIO EFFECT (DUAS A DUAS) ATRAVÉS DAS MAGNITUDES				
	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP
RPBC		0,081	0,064	0,041
REPLAN			0,313	0,268
RECAP				0,298
REVAP				

31,3% é a maior redução obtida entre duas refinarias

Estoque de segurança total (atual) das quatro refinarias = 959 itens

Estoque de segurança compartilhado = 531 itens

Redução do número de itens = 428 itens

Valor unitário médio do item (US\$) = 13,69

Redução do custo anual de manutenção de estoque = redução do número de itens x valor unitário do item x 0,18

**\$1.054,88**

## CÓDIGO DO MATERIAL = 482003360754

DEMANDA POR REFINARIA					
MÊS	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP	TOTAL
fev/00	3	1	0	0	4
mar/00	3	9	0	2	14
abr/00	2	1	6	0	9
mai/00	1	-1	2	1	3
jun/00	0	1	0	0	1
jul/00	2	1	1	1	5
ago/00	0	0	0	3	3
set/00	9	2	0	0	11
out/00	2	2	0	1	5
nov/00	2	0	1	4	7
dez/00	0	2	1	0	3
jan/01	1	3	1	1	6
fev/01	2	-2	2	1	3
mar/01	11	5	0	1	17
abr/01	10	3	0	0	13
mai/01	5	0	0	2	7
jun/01	1	0	0	2	3
jul/01	0	2	0	0	2
<b>MÉDIA</b>	<b>3</b>	<b>1,6111</b>	<b>0,7778</b>	<b>1,0556</b>	<b>6,4444</b>
<b>DESV. PAD (S)</b>	<b>3,481</b>	<b>2,4528</b>	<b>1,4775</b>	<b>1,1618</b>	<b>4,5918</b>
<b>ES</b>	<b>5,7437</b>	<b>4,0472</b>	<b>2,4379</b>	<b>1,9169</b>	<b>7,5765</b>

## CÁLCULO DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO (Pij)

	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP
RPBC		0,358	-0,217	-0,175
REPLAN			-0,269	-0,095
RECAP				-0,164
REVAP				

## CÁLCULO DA MAGNITUDE (Mij)

	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP
RPBC		1,419	2,356	2,996
REPLAN			1,660	2,111
RECAP				1,272
REVAP				

Obs: Desvio-padrão maior, sempre no numerador

O coeficiente de correlação varia de -1 a +1.  
Quanto mais próximo de -1, melhor para o PE.  
Sendo positivo, quanto menor, melhor.

## DESVIO PADRÃO (S) EM ORDEM DECRESCENTE

3,481041 2,452823 1,4775 1,161754

CÁLCULO DO PORTFOLIO EFFECT -  $PE=1-((Sa/(S_{RPBC}+S_{REPLAN}+S_{RECAP}+S_{REVAP})))$ PE<sub>1234</sub> 0,4644

VERIFICAÇÃO1= 0,4644

VERIFICAÇÃO2= 0,4644 (CALCULADO PELA FÓRMULA DO ZINN)

## CÁLCULO DO DESVIO PADRÃO DO ESTOQUE CONSOLIDADO

VERIFICAÇÃO = Sa = 4,5918 (DESVIO PADRÃO CENTRALIZADO)

Estoque de segurança total (atual) das quatro refinarias = 14 itens

Estoque de segurança compartilhado = 8 itens

Redução do número de itens = 7 itens

Valor unitário médio do item (US\$) = 309,07

Redução do custo anual de manutenção de estoque = redução do número de itens x valor unitário do item x 0,18

**\$365,46**CÁLCULO DO PORTFOLIO EFFECT (DUAS A DUAS)  
ATRAVÉS DAS MAGNITUDES

	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP
RPBC		0,170	0,299	0,252
REPLAN			0,364	0,277
RECAP				0,347
REVAP				

36,4% é a maior redução obtida entre duas refinarias

## CÓDIGO DO MATERIAL = 471002313310

DEMANDA POR REFINARIA					
MÊS	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP	TOTAL
fev/00	7,85	38,25	0	4	50,1
mar/00	6,05	0	0	0	6,05
abr/00	0	0	0	0	0
mai/00	0	0	12	0	12
jun/00	3,65	0	0	0	3,65
jul/00	0,28	0	0	0	0,28
ago/00	0	1	0	0	1
set/00	3	0	0	2	5
out/00	0	0	0	34,24	34,24
nov/00	102	8	0	2	112
dez/00	103,48	11,63	0	33,98	149,09
jan/01	0,3	0	19,05	0	19,35
fev/01	0	0	0	0	0
mar/01	44,05	36,37	0	0	80,42
abr/01	6	0	103,05	0	109,05
mai/01	-3,7	0	0	0,5	-3,2
jun/01	0	0	154,35	0	154,35
jul/01	0	281	0	8	289
<b>MÉDIA</b>	<b>15,164</b>	<b>20,903</b>	<b>16,025</b>	<b>4,7067</b>	<b>56,799</b>
<b>DESV. PAD (S)</b>	<b>33,505</b>	<b>66,014</b>	<b>42,237</b>	<b>10,891</b>	<b>79,222</b>
<b>ES</b>	<b>55,283</b>	<b>108,92</b>	<b>69,691</b>	<b>17,971</b>	<b>130,72</b>

## CÁLCULO DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO (Pij)

	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP
RPBC		-0,047	-0,156	0,398
REPLAN			-0,127	0,085
RECAP				-0,174
REVAP				

## CÁLCULO DA MAGNITUDE (Mij)

	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP
RPBC		1,970	1,261	3,076
REPLAN			1,563	6,061
RECAP				3,878
REVAP				

Obs: Desvio-padrão maior, sempre no numerador

O coeficiente de correlação varia de -1 a +1.  
Quanto mais próximo de -1, melhor para o PE.  
Sendo positivo, quanto menor, melhor.

## DESVIO PADRÃO (S) EM ORDEM DECRESCENTE

66,01356 42,23723 33,50472 10,89122

CÁLCULO DO PORTFOLIO EFFECT -  $PE=1-((Sa/(S_{RPBC}+S_{REPLAN}+S_{RECAP}+S_{REVAP})))$ PE<sub>1234</sub> 0,481

VERIFICAÇÃO1= 0,481

VERIFICAÇÃO2= 0,481 (CALCULADO PELA FÓRMULA DO ZINN)

## CÁLCULO DO DESVIO PADRÃO DO ESTOQUE CONSOLIDADO

VERIFICAÇÃO = Sa = 79,222 (DESVIO PADRÃO CENTRALIZADO)

Estoque de segurança total (atual) das quatro refinarias = 252 itens

Estoque de segurança compartilhado = 131 itens

Redução do número de itens = 121 itens

Valor unitário médio do item (US\$) = 33,3

Redução do custo anual de manutenção de estoque = redução do número de itens x valor unitário do item x 0,18

**\$726,18**CÁLCULO DO PORTFOLIO EFFECT (DUAS A DUAS)  
ATRAVÉS DAS MAGNITUDES

	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP
RPBC		0,271	0,344	0,118
REPLAN			0,319	0,118
RECAP				0,214
REVAP				

34,4% é a maior redução obtida entre duas refinarias

## CÓDIGO DO MATERIAL = 685004855961

DEMANDA POR REFINARIA					
MÊS	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP	TOTAL
fev/00	3	400	200	600	1203
mar/00	4	200	0	0	204
abr/00	3	0	0	0	3
mai/00	2	0	0	0	2
jun/00	4	0	200	0	204
jul/00	5	200	0	0	205
ago/00	4	200	200	600	1004
set/00	4	600	0	0	604
out/00	4	0	400	0	404
nov/00	3	400	200	600	1203
dez/00	3	0	200	0	203
jan/01	5	0	0	0	5
fev/01	3	0	200	0	203
mar/01	3	400	400	600	1403
abr/01	4	400	0	0	404
mai/01	4	400	400	0	804
jun/01	7	0	200	600	807
jul/01	4	400	200	0	604
<b>MÉDIA</b>	<b>3,8333</b>	<b>200</b>	<b>155,56</b>	<b>166,67</b>	<b>526,06</b>
<b>DESV. PAD (S)</b>	<b>1,0981</b>	<b>205,8</b>	<b>146,42</b>	<b>276,53</b>	<b>450,56</b>
<b>ES</b>	<b>1,8119</b>	<b>339,57</b>	<b>241,59</b>	<b>456,28</b>	<b>743,42</b>

## CÁLCULO DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO (Pij)

	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP
RPBC		-0,104	-0,049	0,097
REPLAN			0,078	0,248
RECAP				0,368
REVAP				

## CÁLCULO DA MAGNITUDE (Mij)

	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP
RPBC		187,409	133,333	251,823
REPLAN			1,406	1,344
RECAP				1,889
REVAP				

Obs: Desvio-padrão maior, sempre no numerador

O coeficiente de correlação varia de -1 a +1.  
Quanto mais próximo de -1, melhor para o PE.  
Sendo positivo, quanto menor, melhor.

## DESVIO PADRÃO (S) EM ORDEM DECRESCENTE

276,5332 205,7983 146,4169 1,098127

CÁLCULO DO PORTFOLIO EFFECT -  $PE=1-((Sa/(S_{RPBC}+S_{REPLAN}+S_{RECAP}+S_{REVAP})))$ PE<sub>1234</sub> 0,2847

VERIFICAÇÃO1= 0,2847

VERIFICAÇÃO2= 0,2847 (CALCULADO PELA FÓRMULA DO ZINN)

## CÁLCULO DO DESVIO PADRÃO DO ESTOQUE CONSOLIDADO

VERIFICAÇÃO = Sa = 450,56 (DESVIO PADRÃO CENTRALIZADO)

Estoque de segurança total (atual) das quatro refinarias = 1.039 itens

Estoque de segurança compartilhado = 743 itens

Redução do número de itens = 296 itens

Valor unitário médio do item (US\$) = 3,46

Redução do custo anual de manutenção de estoque = redução do número de itens x valor unitário do item x 0,18

**\$184,24**CÁLCULO DO PORTFOLIO EFFECT (DUAS A DUAS)  
ATRAVÉS DAS MAGNITUDES

	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP
RPBC		0,006	0,008	0,004
REPLAN			0,257	0,205
RECAP				0,155
REVAP				

25,7% é a maior redução obtida entre duas refinarias

## CÓDIGO DO MATERIAL = 935004677701

DEMANDA POR REFINARIA					
MÊS	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP	TOTAL
fev/00	0	0	0	0	0
mar/00	0	0	0	0	0
abr/00	0	4150	0	0	4150
mai/00	0	0	0	0	0
jun/00	0	0	0	0	0
jul/00	0	25	0	1000	1025
ago/00	0	0	0	0	0
set/00	0	0	0	0	0
out/00	0	0	0	0	0
nov/00	0	0	0	0	0
dez/00	0	0	0	0	0
jan/01	0	0	0	0	0
fev/01	0	0	0	1250	1250
mar/01	0	0	0	325	325
abr/01	3,5	0	0	0	3,5
mai/01	-0,87	0	0	0	-0,87
jun/01	0	0	500	0	500
jul/01	0	0	0	0	0
<b>MÉDIA</b>	0,1461	231,94	27,778	143,06	402,92
<b>DESV. PAD (S)</b>	0,8617	977,84	117,85	367,8	1007,9
<b>ES</b>	1,4218	1613,4	194,45	606,88	1663

## CÁLCULO DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO (Pij)

	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP
RPBC		-0,043	-0,042	-0,070
REPLAN			-0,059	-0,094
RECAP				-0,097
REVAP				

## CÁLCULO DA MAGNITUDE (Mij)

	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP
RPBC		1134,790	136,768	426,841
REPLAN			8,297	2,659
RECAP				3,121
REVAP				

Obs: Desvio-padrão maior, sempre no numerador

O coeficiente de correlação varia de -1 a +1.  
Quanto mais próximo de -1, melhor para o PE.  
Sendo positivo, quanto menor, melhor.

## DESVIO PADRÃO (S) EM ORDEM DECRESCENTE

977,8355 367,8041 117,8511 0,861689

CÁLCULO DO PORTFOLIO EFFECT -  $PE=1-((Sa/(S_{RPBC}+S_{REPLAN}+S_{RECAP}+S_{REVAP})))$ PE<sub>1234</sub> 0,3117

VERIFICAÇÃO1= 0,3117

VERIFICAÇÃO2= 0,3117 (CALCULADO PELA FÓRMULA DO ZINN)

## CÁLCULO DO DESVIO PADRÃO DO ESTOQUE CONSOLIDADO

VERIFICAÇÃO = Sa = 1007,9 (DESVIO PADRÃO CENTRALIZADO)

Estoque de segurança total (atual) das quatro refinarias = 2.416 itens

Estoque de segurança compartilhado = 1.663 itens

Redução do número de itens = 753 itens

Valor unitário médio do item (US\$) = 4,05

Redução do custo anual de manutenção de estoque = redução do número de itens x valor unitário do item x 0,18

**\$549,07**CÁLCULO DO PORTFOLIO EFFECT (DUAS A DUAS)  
ATRAVÉS DAS MAGNITUDES

	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP
RPBC		0,001	0,008	0,002
REPLAN			0,107	0,248
RECAP				0,227
REVAP				

24,8% é a maior redução obtida entre duas refinarias

**CÓDIGO DO MATERIAL = 471002313009**

DEMANDA POR REFINARIA					
MÊS	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP	TOTAL
fev/00	270,5	55,45	0	0	325,95
mar/00	-1,5	35,08	0	0	33,58
abr/00	1	17	15	0	33
mai/00	13,41	-14,15	12,55	0	11,81
jun/00	6	0	0	0	6
jul/00	102,7	0	0	10	112,7
ago/00	1	6,5	0	185,04	192,54
set/00	106,5	0	0	180	286,5
out/00	154,78	7	0	75,66	237,44
nov/00	69	24,4	0	4	97,4
dez/00	4	24	0	338,9	366,9
jan/01	30	6	0	0	36
fev/01	179,43	0	0	0	179,43
mar/01	53,1	22,9	0	2	78
abr/01	87,5	9	0	6	102,5
mai/01	-52	228,5	0	1,4	177,9
jun/01	10	60	0	0	70
jul/01	0	17,07	0	4	21,07
<b>MÉDIA</b>	<b>57,523</b>	<b>27,708</b>	<b>1,5306</b>	<b>44,833</b>	<b>131,6</b>
<b>DESV. PAD (S)</b>	<b>80,742</b>	<b>53,678</b>	<b>4,4743</b>	<b>94,312</b>	<b>112,81</b>
<b>ES</b>	<b>133,22</b>	<b>88,569</b>	<b>7,3827</b>	<b>155,61</b>	<b>186,13</b>

**CÁLCULO DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO (Pij)**

	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP
RPBC		-0,273	-0,228	-0,094
REPLAN			-0,168	-0,138
RECAP				-0,172
REVAP				

**CÁLCULO DA MAGNITUDE (Mij)**

	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP
RPBC		1,504	18,046	1,168
REPLAN			11,997	1,757
RECAP				21,078
REVAP				

Obs: Desvio-padrão maior, sempre no numerador

O coeficiente de correlação varia de -1 a +1.  
Quanto mais próximo de -1, melhor para o PE.  
Sendo positivo, quanto menor, melhor.

**DESVIO PADRÃO (S) EM ORDEM DECRESCENTE**

94,31203 80,74211 53,67805 4,474343

**CÁLCULO DO PORTFOLIO EFFECT -  $PE=1-((Sa/(S_{RPBC}+S_{REPLAN}+S_{RECAP}+S_{REVAP})))$**

PE<sub>1234</sub> 0,5163

VERIFICAÇÃO1= 0,5163

VERIFICAÇÃO2= 0,5163 (CALCULADO PELA FÓRMULA DO ZINN)

**CÁLCULO DO DESVIO PADRÃO DO ESTOQUE CONSOLIDADO**

VERIFICAÇÃO = Sa = 112,81 (DESVIO PADRÃO CENTRALIZADO)

CÁLCULO DO PORTFOLIO EFFECT (DUAS A DUAS) ATRAVÉS DAS MAGNITUDES				
	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP
RPBC		0,376	0,063	0,324
REPLAN			0,087	0,312
RECAP				0,052
REVAP				

37,6% é a maior redução obtida entre duas refinarias

Estoque de segurança total (atual) das quatro refinarias = 385 itens

Estoque de segurança compartilhado = 186 itens

Redução do número de itens = 199 itens

Valor unitário médio do item (US\$) = 11,3

Redução do custo anual de manutenção de estoque = redução do número de itens x valor unitário do item x 0,18

**\$404,07**

## CÓDIGO DO MATERIAL = 482003363612

DEMANDA POR REFINARIA					
MÊS	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP	TOTAL
fev/00	6	2	0	0	8
mar/00	6	39	0	0	45
abr/00	5	19	0	0	24
mai/00	13	-3	2	0	12
jun/00	-1	2	0	0	1
jul/00	-3	4	7	0	8
ago/00	4	40	1	400,84	445,84
set/00	20	7	3	23,43	53,43
out/00	10	429	0	1373,4	1812,4
nov/00	124	4	0	394,81	522,81
dez/00	1	13	0	239,89	253,89
jan/01	2	14	0	0	16
fev/01	9	6	1	0	16
mar/01	-44	16	9	0	-19
abr/01	38	6	0	27,21	71,21
mai/01	2	7	2	0	11
jun/01	-2	16	5	108,84	127,84
jul/01	22	13	0	217,69	252,69
<b>MÉDIA</b>	<b>11,778</b>	<b>35,222</b>	<b>1,6667</b>	<b>154,79</b>	<b>203,45</b>
<b>DESV. PAD (S)</b>	<b>32,203</b>	<b>98,952</b>	<b>2,7008</b>	<b>333,4</b>	<b>431,71</b>
<b>ES</b>	<b>53,134</b>	<b>163,27</b>	<b>4,4563</b>	<b>550,12</b>	<b>712,33</b>

## CÁLCULO DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO (Pij)

	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP
RPBC		-0,041	-0,458	0,207
REPLAN			-0,161	0,921
RECAP				-0,237
REVAP				

## CÁLCULO DA MAGNITUDE (Mij)

	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP
RPBC		3,073	11,924	10,353
REPLAN			36,639	3,369
RECAP				123,448
REVAP				

Obs: Desvio-padrão maior, sempre no numerador

O coeficiente de correlação varia de -1 a +1.  
Quanto mais próximo de -1, melhor para o PE.  
Sendo positivo, quanto menor, melhor.

## DESVIO PADRÃO (S) EM ORDEM DECRESCENTE

333,4048 98,95249 32,20259 2,700762

CÁLCULO DO PORTFOLIO EFFECT -  $PE=1-((Sa/(S_{RPBC}+S_{REPLAN}+S_{RECAP}+S_{REVAP})))$ PE<sub>1234</sub> 0,0761

VERIFICAÇÃO1= 0,0761

VERIFICAÇÃO2= 0,0761 (CALCULADO PELA FÓRMULA DO ZINN)

## CÁLCULO DO DESVIO PADRÃO DO ESTOQUE CONSOLIDADO

VERIFICAÇÃO = Sa = 431,71 (DESVIO PADRÃO CENTRALIZADO)

CÁLCULO DO PORTFOLIO EFFECT (DUAS A DUAS) ATRAVÉS DAS MAGNITUDES				
	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP
RPBC		0,216	0,110	0,066
REPLAN			0,030	0,014
RECAP				0,010
REVAP				

21,6% é a maior redução obtida entre duas refinarias

Estoque de segurança total (atual) das quatro refinarias = 771 itens

Estoque de segurança compartilhado = 712 itens

Redução do número de itens = 59 itens

Valor unitário médio do item (US\$) = 26,64

Redução do custo anual de manutenção de estoque = redução do número de itens x valor unitário do item x 0,18

**\$281,24**

## CÓDIGO DO MATERIAL = 932005930680

DEMANDA POR REFINARIA					
MÊS	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP	TOTAL
fev/00	0	0	0	0	0
mar/00	0	0	0	0	0
abr/00	0	210	0	0	210
mai/00	0	0	0	0	0
jun/00	0	0	0	0	0
jul/00	211	0	0	0	211
ago/00	0	0	0	0	0
set/00	0	150	0	0	150
out/00	250	280	0	250	780
nov/00	150	0	0	0	150
dez/00	0	0	0	0	0
jan/01	150	250	0	0	400
fev/01	0	0	0	0	0
mar/01	150	0	60	0	210
abr/01	0	0	0	0	0
mai/01	0	250	0	300	550
jun/01	0	0	0	0	0
jul/01	-300	0	0	0	-300
<b>MÉDIA</b>	<b>33,944</b>	<b>63,333</b>	<b>3,3333</b>	<b>30,556</b>	<b>131,17</b>
<b>DESV. PAD (S)</b>	<b>119,75</b>	<b>107,87</b>	<b>14,142</b>	<b>89,342</b>	<b>246,02</b>
<b>ES</b>	<b>197,59</b>	<b>177,98</b>	<b>23,335</b>	<b>147,41</b>	<b>405,93</b>

## CÁLCULO DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO (Pij)

	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP
RPBC		0,313	0,242	0,241
REPLAN			-0,147	0,672
RECAP				-0,085
REVAP				

## CÁLCULO DA MAGNITUDE (Mij)

	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP
RPBC		1,110	8,468	1,340
REPLAN			7,627	1,207
RECAP				6,317
REVAP				

Obs: Desvio-padrão maior, sempre no numerador

O coeficiente de correlação varia de -1 a +1.  
Quanto mais próximo de -1, melhor para o PE.  
Sendo positivo, quanto menor, melhor.

## DESVIO PADRÃO (S) EM ORDEM DECRESCENTE

119,75 107,867 89,34219 14,14214

CÁLCULO DO PORTFOLIO EFFECT -  $PE=1-((Sa/(S_{RPBC}+S_{REPLAN}+S_{RECAP}+S_{REVAP})))$ PE<sub>1234</sub> 0,257

VERIFICAÇÃO1= 0,257

VERIFICAÇÃO2= 0,257 (CALCULADO PELA FÓRMULA DO ZINN)

## CÁLCULO DO DESVIO PADRÃO DO ESTOQUE CONSOLIDADO

VERIFICAÇÃO = Sa = 246,02 (DESVIO PADRÃO CENTRALIZADO)

Estoque de segurança total (atual) das quatro refinarias = 546 itens

Estoque de segurança compartilhado = 406 itens

Redução do número de itens = 140 itens

Valor unitário médio do item (US\$) = 9,77

Redução do custo anual de manutenção de estoque = redução do número de itens x valor unitário do item x 0,18

**\$246,88**CÁLCULO DO PORTFOLIO EFFECT (DUAS A DUAS)  
ATRAVÉS DAS MAGNITUDES

	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP
RPBC		0,189	0,074	0,207
REPLAN			0,125	0,085
RECAP				0,138
REVAP				

20,7% é a maior redução obtida entre duas refinarias

## CÓDIGO DO MATERIAL = 482003363612

DEMANDA POR REFINARIA					
MÊS	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP	TOTAL
fev/00	6	2	0	1	9
mar/00	6	39	0	9	54
abr/00	5	19	0	0	24
mai/00	13	-3	2	2	14
jun/00	-1	2	0	5	6
jul/00	-3	4	0	0	1
ago/00	4	40	1	17	62
set/00	20	7	3	1	31
out/00	10	429	0	56	495
nov/00	124	4	0	14	142
dez/00	1	13	0	9	23
jan/01	2	14	0	0	16
fev/01	9	6	0	0	15
mar/01	-44	16	0	0	-28
abr/01	38	6	0	1	45
mai/01	2	7	0	0	9
jun/01	-2	16	0	4	18
jul/01	22	13	0	8	43
<b>MÉDIA</b>	<b>11,778</b>	<b>35,222</b>	<b>0,3333</b>	<b>7,0556</b>	<b>54,389</b>
<b>DESV. PAD (S)</b>	<b>32,203</b>	<b>98,952</b>	<b>0,8402</b>	<b>13,282</b>	<b>115,46</b>
<b>ES</b>	<b>53,134</b>	<b>163,27</b>	<b>1,3863</b>	<b>21,915</b>	<b>190,51</b>

## CÁLCULO DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO (Pij)

	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP
RPBC		-0,041	0,042	0,163
REPLAN			-0,111	0,937
RECAP				-0,097
REVAP				

## CÁLCULO DA MAGNITUDE (Mij)

	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP
RPBC		3,073	38,329	2,425
REPLAN			117,777	7,450
RECAP				15,809
REVAP				

Obs: Desvio-padrão maior, sempre no numerador

O coeficiente de correlação varia de -1 a +1.  
Quanto mais próximo de -1, melhor para o PE.  
Sendo positivo, quanto menor, melhor.

## DESVIO PADRÃO (S) EM ORDEM DECRESCENTE

98,95249 32,20259 13,28189 0,840168

CÁLCULO DO PORTFOLIO EFFECT -  $PE=1-((Sa/(S_{RPBC}+S_{REPLAN}+S_{RECAP}+S_{REVAP})))$ 

PE<sub>1234</sub> = 0,2052  
 VERIFICAÇÃO1= 0,2052  
 VERIFICAÇÃO2= 0,2052 (CALCULADO PELA FÓRMULA DO ZINN)

## CÁLCULO DO DESVIO PADRÃO DO ESTOQUE CONSOLIDADO

VERIFICAÇÃO = Sa = 115,46 (DESVIO PADRÃO CENTRALIZADO)

Estoque de segurança total (atual) das quatro refinarias = 240 itens  
 Estoque de segurança compartilhado = 191 itens  
 Redução do número de itens = 49 itens  
 Valor unitário médio do item (US\$) = 26,65

Redução do custo anual de manutenção de estoque = redução do número de itens x valor unitário do item x 0,18

**\$236,01**CÁLCULO DO PORTFOLIO EFFECT (DUAS A DUAS)  
ATRAVÉS DAS MAGNITUDES

	RPBC	REPLAN	RECAP	REVAP
RPBC		0,216	0,024	0,191
REPLAN			0,009	0,007
RECAP				0,063
REVAP				

21,6% é a maior redução obtida entre duas refinarias