

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO  
MESTRADO EM LOGÍSTICA**

**Priorização de Investimentos em uma cadeia logística completa.**

**DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UNIVERSIDADE FEDERAL  
DE SANTA CATARINA PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE  
MESTRE EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**Carlos Augusto Arentz Pereira**

*Rio de Janeiro, Dezembro, 1999.*

**Carlos Augusto Arentz Pereira**

**Priorização de Investimentos em uma cadeia logística completa.**

Essa Dissertação foi julgada adequada para a obtenção do grau de “Mestre em Engenharia”, especialidade em Engenharia de Produção e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

---

Prof. Ricardo Miranda Bácia, PhD  
Coordenador

Banca Examinadora:

---

Prof. Antonio Galvão Novaes, Dr  
Orientador (UFSC)

---

Prof. Emílio Menezes, Dr.  
(UFSC)

---

Prof. Celso Luiz Silva Pereira de Souza  
(Doutor, COPPE, 1995)

---

Prof. Rogério de Miranda Freire  
(Mestre, Warwick, Inglaterra, 1975)

## DEDICATÓRIA

À minha esposa e companheira Marcia pelo carinho e paciência nos momentos dedicados a este trabalho

Aos meus pais Elisabeth e Augusto pelo amor e a oportunidade de dedicação exclusiva ao estudo

À minha avó Annita, por todo o apoio que deu ao neto nos primeiros trabalhos escritos (In memoriam)

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Celso Luiz Silva Pereira de Souza pela indicação de minha inscrição neste curso e incentivo durante todas as suas etapas;

Ao Prof. Dr. Antonio Galvão Novaes pela paciência, presteza e clareza durante a orientação e confiança em meu trabalho;

Aos meus chefes diretos Eng. Paulo Pinheiro de Castello Branco e Eng. Orlando Luiz Orlandi pela participação na discussão de vários tópicos deste trabalho, sem a qual esta tarefa teria sido muito mais árdua;

Aos colegas de trabalho da PETROBRAS/Abastecimento/Gerência de Avaliação de Desempenho pelo apoio e em especial a Ademar Braz Barnabé, Paulo Carrano, Maria Fernanda Pires Barbosa pelas opiniões na leitura deste texto em suas versões preliminares;

Aos Eng. Albano de Souza Gonçalves, Eng. Rogério Almeida Manso da Costa Reis e demais gerentes da PETROBRAS cuja visão e ousadia de assumir a videoconferência como meio de treinamento, propiciou a realização deste programa de mestrado;

Aos colegas da PETROBRAS/Serviços de Recursos Humanos/ Centro de Desenvolvimento de Recursos Humanos Sudeste pela dedicação durante todo o trabalho de coordenação do curso e interface junto aos alunos e Universidade;

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UFSC pelo esforço de adaptação ao sistema de videoconferência;

Às equipes de apoio técnico, pela perseverança em sustentar a estrutura fundamental a este meio de ensino;

Aos colegas da 1ª turma de mestrado em logística por videoconferência da PETROBRAS, pela amizade, paciência e pelos momentos únicos vividos durante o curso;

À colega Ana Paula Trajano da Cunha pelo trabalho de compilação e organização de dados, fundamental à geração deste texto;

À colega Cecília Tavares Machado pelo trabalho de apoio administrativo, básico para maximização da utilização do tempo durante todo o curso e

À Deus por continuar a me conceder bênçãos, independentemente de minhas muitas falhas.

## Índice

<b>Lista de Figuras</b> .....	<i>vi</i>
<b>Resumo</b> .....	<i>viii</i>
<b>Abstract</b> .....	<i>ix</i>
<b>1. Introdução: A PETROBRAS e sua missão legal</b> .....	<i>10</i>
<b>2. Aspectos da mudança de cenário e seu impacto na missão e visão da empresa - O Negócio do Petróleo no Brasil e no Mundo</b> .....	<i>16</i>
<b>3. O negócio do petróleo enquadrado no conceito de logística integrada (supply chain)</b> .....	<i>25</i>
<b>4. Análise de Metodologia de avaliação empresarial em ambiente competitivo</b> .....	<i>41</i>
<b>5. Análise de Metodologia de Apoio à Decisão Multicritério</b> .....	<i>52</i>
<b>6. Proposição e Aplicação de Metodologia de Apoio à Decisão de Investimentos num sistema logístico integrado - Exemplo num negócio de petróleo</b> .....	<i>63</i>
<b>7. Análise de resultados e Conclusões</b> .....	<i>83</i>
<b>Referências</b> .....	<i>98</i>
<b>Bibliografia</b> .....	<i>102</i>

## Lista de Figuras

<b>FIGURA 1 – EVOLUÇÃO DO PREÇO DO PETRÓLEO WESTERN TEXAS INTERMEDIATE.....</b>	<b>18</b>
<b>FIGURA 2 – ECONOMIA NA BALANÇA DE PAGAMENTOS DEVIDA À PETROBRAS.....</b>	<b>19</b>
<b>FIGURA 3 - INVESTIMENTOS NAS ÁREAS DA PETROBRAS .....</b>	<b>22</b>
<b>FIGURA 4 - CADEIA DE AGREGAÇÃO DE VALOR DA LOGÍSTICA .....</b>	<b>25</b>
<b>FIGURA 5 - FLUXOS AO LONGO DA CADEIA LOGÍSTICA .....</b>	<b>28</b>
<b>FIGURA 6 - PARTICIPAÇÃO DOS CUSTOS LOGÍSTICOS EM VÁRIAS INDÚSTRIAS .....</b>	<b>31</b>
<b>FIGURA 7 - ENFOQUE DA EMPRESA DE UPSTREAM.....</b>	<b>37</b>
<b>FIGURA 8 - ENFOQUE DA EMPRESA DE DOWNSTREAM DE GRANDE PORTE.....</b>	<b>38</b>
<b>FIGURA 9 - EMPRESA DE DOWNSTREAM DE PEQUENO PORTE.....</b>	<b>39</b>
<b>FIGURA 10 - DESDOBRAMENTO DE INDICADORES CHAVE DE DESEMPENHO .....</b>	<b>44</b>
<b>FIGURA 11 - EXEMPLO DE DIAGRAMA DE ÁRVORE.....</b>	<b>46</b>
<b>FIGURA 12 - PONTOS DE MEDIÇÃO NUMA CADEIA LOGÍSTICA .....</b>	<b>47</b>
<b>FIGURA 13 - TIPOS DE MEDIÇÃO APLICÁVEIS A UMA CADEIA LOGÍSTICA .....</b>	<b>47</b>
<b>FIGURA 14 - CORRELAÇÕES DESENVOLVIDAS NO PROCESSO DO "BALANCED SCORECARD".....</b>	<b>48</b>
<b>FIGURA 15 - EXEMPLO DE DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DO "BALANCED SCORECARD" .....</b>	<b>50</b>
<b>FIGURA 16 - DIAGRAMA CAUSA E EFEITO HIERARQUIZADO .....</b>	<b>65</b>
<b>FIGURA 17 - DIAGRAMAS CAUSA E EFEITO ENTRE OBJETIVOS ESTRATÉGICOS E FATORES DO ESTUDO 1.....</b>	<b>70</b>
<b>FIGURA 18 - DIAGRAMAS CAUSA E EFEITO ENTRE OBJETIVOS ESTRATÉGICOS E FATORES DO ESTUDO 2.....</b>	<b>70</b>
<b>FIGURA 19 - DIAGRAMAS CAUSA E EFEITO ENTRE OBJETIVOS ESTRATÉGICOS E FATORES DO ESTUDO 3.....</b>	<b>71</b>
<b>FIGURA 20 - DIAGRAMAS CAUSA E EFEITO ENTRE OBJETIVOS ESTRATÉGICOS E FATORES DO ESTUDO 4.....</b>	<b>71</b>
<b>FIGURA 21 - DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO REDESENHADO 1.....</b>	<b>72</b>
<b>FIGURA 22 - DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO REDESENHADO 2.....</b>	<b>72</b>
<b>FIGURA 23 - DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO REDESENHADO 3.....</b>	<b>73</b>
<b>FIGURA 24 - DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO REDESENHADO 4.....</b>	<b>73</b>
<b>FIGURA 25 - ENVOLTÓRIA DE MEDIÇÃO PRETENDIDA NO CÁLCULO DO ESTUDO .....</b>	<b>78</b>

## Lista de Tabelas

TABELA 1 - ENQUADRAMENTO DAS FUNÇÕES DA INDÚSTRIA DE PETRÓLEO NA CADEIA LOGÍSTICA .26	26
TABELA 2- UTILIDADES LOGÍSTICAS AGREGADAS PELAS FUNÇÕES NA INDÚSTRIA DE PETRÓLEO .....27	27
TABELA 3 - FLUXOS LOGÍSTICOS NA CADEIA DA INDÚSTRIA DE PETRÓLEO ..... 29	29
TABELA 4 - TEMPO DE CICLO DAS FUNÇÕES DA INDÚSTRIA DE PETRÓLEO ..... 30	30
TABELA 5 - CARACTERIZAÇÃO DO ESTÁGIO EVOLUTIVO DA LOGÍSTICA NA INDÚSTRIA DE PETRÓLEO .....36	36
TABELA 6 - EXEMPLO DE MATRIZ DE UTILIDADE.....55	55
TABELA 7 - ESCALA DE JULGAMENTO DE IMPORTÂNCIA DO MÉTODO AHP .....57	57
TABELA 8 - COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS MULTICRITÉRIO .....62	62
TABELA 9 - RELAÇÃO ENTRE NÍVEIS NO DIAGRAMA CAUSA E EFEITO X ESCALA AHP.....66	66
TABELA 10 - EXEMPLO DE GERAÇÃO DE VETOR DE PRIORIDADES POR INDICADOR QUANTITATIVO .67	67
TABELA 11 - VETOR DE PRIORIDADES DA TABELA 10.....67	67
TABELA 12 - EXEMPLO DAS MATRIZES OBTIDAS NESTE PONTO DO MÉTODO ..... 68	68
TABELA 13 - INDICADORES DO PROCESSO DE BSC DO OBJETO DO ESTUDO ..... 74	74
TABELA 14 - VETOR DE PRIORIDADES DOS INDICADORES DO ESTUDO.....75	75
TABELA 15 - VETOR DE PRIORIDADES DOS INDICADORES DO ESTUDO APÓS EXCLUSÕES ..... 76	76
TABELA 16 - CLASSIFICAÇÃO DOS TIPOS DE INDICADORES DO ESTUDO ..... 77	77
TABELA 17 - RESUMO DOS CÁLCULOS DOS INDICADORES QUANTITATIVOS..... 79	79
TABELA 18 - INVERSÃO DE CORRELAÇÕES PARA OS CUSTOS.....80	80
TABELA 19 - INDICADORES QUANTITATIVOS NORMALIZADOS E QUALITATIVOS - VETORES DE PRIORIDADES .....81	81
TABELA 20 - VETOR DE PRIORIDADES DOS PROJETOS SOB TODOS OS INDICADORES ..... 82	82
TABELA 21 - ANÁLISE DE RESULTADOS INDIVIDUAIS .....83	83

## **Resumo**

Considerando a evolução histórica da indústria do petróleo, este trabalho descreve uma metodologia de priorização de investimentos numa cadeia logística completa, contemplando critérios de avaliação empresarial. Esta metodologia propõe a conjugação do trabalho de desenvolvimento do “Balanced Scorecard” com o método de Análise Hierárquica de Processos (AHP) para priorizar investimentos num sistema logístico integrado.

## **Abstract**

Considering the historical evolution of the petroleum industry, this work describes a methodology for rating investments in a complete supply chain system, contemplating managerial assessment criteria. This methodology proposes to conjugate the "Balanced Scorecard" development with the Analytic Hierarchy Process method.

## 1. Introdução: A PETROBRAS e sua missão legal

*“Se você conhece o inimigo e conhece a si mesmo, não precisa temer o resultado de cem batalhas. Se você se conhece mas não conhece o inimigo, para cada vitória ganha sofrerá uma derrota. Se você não conhece nem o inimigo nem a si mesmo, perderá todas as batalhas...” Sun Tzu*

Até 1995, a PETROBRAS era a única responsável pela execução do monopólio nacional de petróleo e derivados, que implicava na missão de garantir o abastecimento do País dos derivados de petróleo e do gás natural aos menores custos para a sociedade. Esta missão foi estabelecida por mecanismos institucionais como a lei 2004 e legislações complementares. No esteio do cumprimento desta tarefa, a PETROBRAS passou por várias fases de desenvolvimento e investimento, que refletiram as premências da sociedade ao longo dos seus 43 anos de existência. Estas necessidades foram a cada tempo responsáveis pela expansão dos vários aspectos da indústria do petróleo na PETROBRAS.

Num primeiro momento, desde o final da década de 50 até meados dos anos 70, a grande preocupação do Governo e da sociedade girava em torno do atendimento da demanda nacional de derivados e a conseqüente redução destas importações, que pesavam fortemente na balança comercial do País. Nesta época, o preço unitário do petróleo estava em patamares muito abaixo dos derivados. Assim, a estratégia de investimento da empresa se concentrou na implantação de refinarias, projetadas para processar principalmente petróleos importados. Coerente com esta estratégia, as logísticas das áreas comercial e de transporte se adequaram às tarefas relativas à aquisição e internação da matéria-prima no País. Em particular, a Frota Nacional de Petroleiros recebeu investimentos visando a minimização de custos na operação de transporte dos petróleos importados até os principais terminais e na sua distribuição por cabotagem até as refinarias. Desta época datam os navios de dupla finalidade, ditos “ore-oil”, visando redução de custos para o País, transportando o minério de ferro exportado na ida e petróleo no retorno. Na mesma linha, foram realizados investimentos em terminais marítimos com capacidade para receber navios de grande porte e dutos de transporte do petróleo destes terminais até algumas refinarias, visando minimizar os custos unitários da logística da matéria-prima importada.

Com as crises de petróleo de 1972 e 1974, houve um arrefecimento nos grandes investimentos em refinarias. Até estas crises, em todo o Mundo foram construídas muitas refinarias, já que com os diferenciais de preço médio entre derivados e petróleo elevados e a demanda crescente de derivados, estes investimentos eram altamente atraentes. A disparada dos preços do petróleo levou a economia mundial a uma depressão, conseqüentemente refreando o consumo mundial de energia. A reboque, surgiram programas de conservação de energia que também fizeram que os níveis de consumo energético mudassem, reduzindo a demanda mesmo com a manutenção dos níveis usuais de produção. Isto fez com que o mercado de derivados passasse a ter mais oferta que demanda, segurando os preços dos derivados e fazendo que o diferencial derivados - petróleo caísse vertiginosamente. Ao mesmo tempo, o aumento sem precedentes dos preços do petróleo dos países da OPEP, em particular os oriundos do Oriente Médio, passou a viabilizar outras fontes de petróleo e energéticas alternativas. Este quadro passou então a favorecer os investimentos em fontes de petróleo até então não competitivas, como as jazidas subaquáticas. Várias empresas investem em campos de petróleo alternativos àquelas áreas, porque com os preços elevados do petróleo, estes se tornam mais atraentes. Nesta época surge a exploração de petróleo em plataformas no Mar do Norte.

No Brasil, com a infra-estrutura de suprimento montada para prover o País a partir do petróleo importado, num primeiro momento o efeito sentido foi de grave ônus à balança comercial, gerando então um déficit que se refletiu na dívida externa nacional. Somente então, de novo sob a ótica de reequilíbrio das contas da Nação, parte-se para o investimento na plataforma continental, com o desenvolvimento da região da Bacia de Campos. Ao longo da década de 80, a PETROBRAS investiu pesadamente em recursos humanos, materiais, projetos e tecnologia em exploração e produção de petróleo. Neste momento mais um descompasso se revela no sistema. As refinarias existentes no País foram projetadas para um petróleo de qualidade diferente do nacional que passou a ser descoberto. No entanto, coerente com a filosofia básica de garantia do abastecimento a mínimo custo para a sociedade, o aumento da produção nacional de petróleo passa a ser absorvido pelas refinarias do País. Isto obviamente causa queda de rendimento na produção de algumas correntes de derivados, quer sob aspecto de volume ou de qualidade. Por outro lado, devido ao endividamento extemo e a própria crise econômica mundial, ocorre uma escassez de recursos de investimentos no País, reduzindo a um mínimo indispensável os capitais invertidos nas refinarias. A conseqüência desta combinação de investimentos

não coadunados levou a uma inevitável necessidade de complementação da demanda com derivados importados.

Neste contexto, as decisões de investimentos ao longo de sua cadeia logística - ora no refino, ora na produção de petróleo e nas suas conseqüentes necessidades específicas de transporte - vêm sendo planejadas a partir de um conjunto de necessidades da Nação, que extrapolaram os interesses exclusivos da empresa. Isto levou à criação de um ambiente no qual a PETROBRAS atua em áreas diversas e com descompassos entre si. Um exemplo desta situação é que, apesar do aumento da produção de petróleo nacional, como as refinarias não estão adequadas totalmente ao seu processamento de forma otimizada e nem produzem por si toda a demanda de derivados do País, vem sendo necessária a importação de derivados para complementá-la. Esta situação, apesar de atender à missão original, certamente ou provavelmente não produz resultados compatíveis com os esperados para uma empresa de capital aberto do ramo do petróleo.

O cenário que se descortina com a desregulamentação do setor petróleo indica a tendência à abertura do mercado, a inexistência de barreiras à criação de parcerias com outras empresas do ramo, a possibilidade de alienação de ativos e a necessidade de uma maior captação de recursos no mercado de capitais pelo oferecimento de participação nos lucros atraentes para os acionistas.

As decisões de gestão da empresa, em particular dos investimentos, devem não mais contemplar as premissas anteriores, e sim alguma avaliação que abranja estes aspectos do novo cenário do setor. Mais do que a simples decisão sobre investimentos novos, a própria decisão pela manutenção das atividades atuais passa a ser vital para a atratividade da empresa.

### **Objetivos da Dissertação:**

Propor uma metodologia de priorização de investimentos numa cadeia logística completa - da matéria-prima ao cliente, contemplando critérios de avaliação empresarial da rede logística (econômico financeira). Esta metodologia deve contemplar o alinhamento destas decisões com a missão e visão assumidas por esta cadeia logística, garantindo a sua integração. Adicionalmente, deverá prover uma

medição adequada de cada elo da rede logística como um negócio e sua contribuição para o sistema como um todo.

Pretende-se adotar como caso base deste estudo um sistema de abastecimento de petróleo e derivados. No caso particular, o sistema PETROBRAS, que atua há muitos anos tendo como um de seus motes a frase “Do poço ao posto”. Assim, a eventual necessidade de coleta de dados seria baseada em algum ponto ou pontos de interesse na empresa.

Torna-se fator crucial para esta análise a mudança do papel da PETROBRAS, de instrumento governamental de operacionalização do monopólio, para o de ser mais uma empresa atuando no mercado.

### **Abordagem proposta:**

Assumindo que existem ganhos significativos na abordagem estratégica da indústria de petróleo como uma cadeia logística integrada e que as decisões dos gestores influenciam decisivamente o seu desempenho deve ser investigado um método para a priorização de projetos, que busque coerência entre esta visão e sua avaliação de desempenho.

Este método deve contemplar uma visão maior desta avaliação de desempenho da cadeia logística integrada, almejando não somente resultados em indicadores econômicos, mas em outros tipos de medidas (sociais, ambientais, qualidade, atendimento do cliente etc) fundamentais para atingir os objetivos estratégicos multifacetados da cadeia integrada. Portanto, os efeitos sobre todos os indicadores devem ser considerados nas decisões gerenciais. Logo, as decisões de investimentos numa cadeia logística integrada devem utilizar estes diversos indicadores para garantir o desempenho pretendido, devendo os gestores abordar estas influências distintas e tentar ponderá-las no momento da decisão de investimento.

Assim, devemos investigar uma metodologia que conjuga um sistema de avaliação de desempenho da cadeia logística a um método que permita ponderar estes diversos efeitos, buscando orientar os gestores quanto às melhores opções de investimento que contemplem as estratégias pretendidas. Esta metodologia deve ser científica, reproduzível, de fácil compreensão e configuração. Determinada esta

metodologia, deve ser executado o estudo de um caso base para testar sua validade e aplicabilidade. Não deve ser esquecido o fato que para a cadeia logística integrada, o resultado buscado deve maximizar o TODO e não necessariamente a maximização de alguma ou algumas das partes.

Os dados necessários à análise devem ser retirados das bases de dados disponíveis na empresa, contemplando o nível de detalhe de cada conjunto ou locação operacional. É fundamental garantir a consistência destas informações nas partes e no todo, para evitar-se erros de ordem de grandeza, dupla contagem ou de repartição, principalmente quando da valoração de receitas e custos. Numa primeira análise, os métodos utilizados para a avaliação de negócios que buscam uma valoração das empresas (Copeland, 1994) podem ser aplicados com algumas adaptações.

A metodologia deverá fornecer aos gestores o nível de detalhes apropriado ao embasamento das decisões de investimentos, permitindo uma avaliação clara do impacto no negócio como um todo e nas suas partes.

Resumidamente, pretende-se abordar as seguintes questões e hipóteses:

- A indústria de petróleo deve ser encarada como um sistema logístico integrado ?
- Caso afirmativo, como priorizar os investimentos num sistema logístico integrado ?
- Quais critérios utilizar para esta priorização ?
- Entender o conceito de cadeia logística como definindo parâmetros do processo
- Qual avaliação econômica utilizar ?
- Quais os preços “justos” para remunerar os vários nós do sistema logístico integrado ?
- Como agregar estes conceitos numa metodologia alinhada desde missão até satisfação de cliente e resultado/desempenho econômico ?

### **Estrutura da dissertação:**

O Capítulo 1 é uma síntese do contexto histórico dos investimentos realizados na PETROBRAS, englobando ainda objetivo, abordagem, questões a serem respondidas e hipóteses.

O capítulo 2 trata dos aspectos do cenário econômico mundial, sua relação com o negócio do petróleo e as influências nos rumos que este tem seguido.

O capítulo 3 discute o negócio do petróleo sob o enfoque logístico e como este pode ajudar as decisões de investimentos.

O capítulo 4 delineia uma abordagem de avaliação de desempenho atualmente utilizada e que permita balizar a decisão de investimentos do sistema logístico como um todo, num ambiente competitivo.

O capítulo 5 apresenta os principais métodos multicritério de apoio à decisão aplicáveis ao caso do estudo e aponta o mais apropriado para o problema em questão.

No capítulo 6 são traçadas as diretrizes para utilização do critério de apoio à decisão escolhido e é apresentado um estudo de caso.

O Capítulo 7 comenta a aplicação do método, sua validade e recomendações de aprofundamento do estudo.

## 2. Aspectos da mudança de cenário e seu impacto na missão e visão da empresa - O Negócio do Petróleo no Brasil e no Mundo

*“Uma geração que ignora a História, não tem passado nem futuro.” Robert Heinlein*

Desde da formação da PETROBRAS observam-se influências externas ao negócio do petróleo e até aos usuais e esperados objetivos de um negócio comercial, na decisão de suas operações e investimentos. Criada sob um cunho político nacionalista, visava a redução da dependência do País do fornecimento externo de derivados e conseqüentemente do grande impacto desta dependência no balanço de pagamentos da Nação. Quando formada em 1954, como a maioria das empresas de petróleo desta época, teve como único financiador o capital público, representado pelo Governo da União. É importante lembrar que outras hipóteses foram aventadas, através de propostas de investimentos conjuntos de empresários da área do petróleo e do Governo. No entanto, a interpretação política era que estaria se doando um poder muito grande a terceiros, talvez até abdicando da soberania nacional (Victor, 1970). Estas teses levaram, após uma luta parlamentar de alguns anos, à aprovação da Lei nº 2.004 de 3 de outubro de 1954, na qual a empresa, definida como uma sociedade anônima, era constituída inicialmente somente por capital do Estado e com várias restrições a aplicação de capital e operacionalização por parte de terceiros nacionais ou principalmente estrangeiros.<sup>1</sup>

Assim, são iniciados os investimentos e operações da PETROBRAS, podendo estas ações serem caracterizadas em duas fases distintas. Estas fases são função do cenário internacional, das conseqüências destas condições na situação econômica e na demanda de derivados do País.

---

<sup>1</sup> Artigo 10 - A União subscreverá a totalidade do capital inicial da Sociedade, que será expresso em ações ordinárias e, para sua integralização, disporá de bens e direitos que possui, relacionados com o petróleo, inclusive a permissão para utilizar jazidas de petróleo, rochas betuminosas e pirobetuminosas e de gases naturais; também subscreverá, em todo aumento de capital, ações ordinárias que lhe assegurem pelo menos 51 % (cinquenta e um por cento) do capital votante.

...

Artigo 25 - Dependendo sempre de prévia e específica aprovação do Conselho Nacional do Petróleo, a Sociedade só poderá dar garantia a financiamentos tomados no País ou no exterior a favor de empresas subsidiárias, e desde que a operação, no caso de capital estrangeiro, não tenha qualquer vinculação real.

...

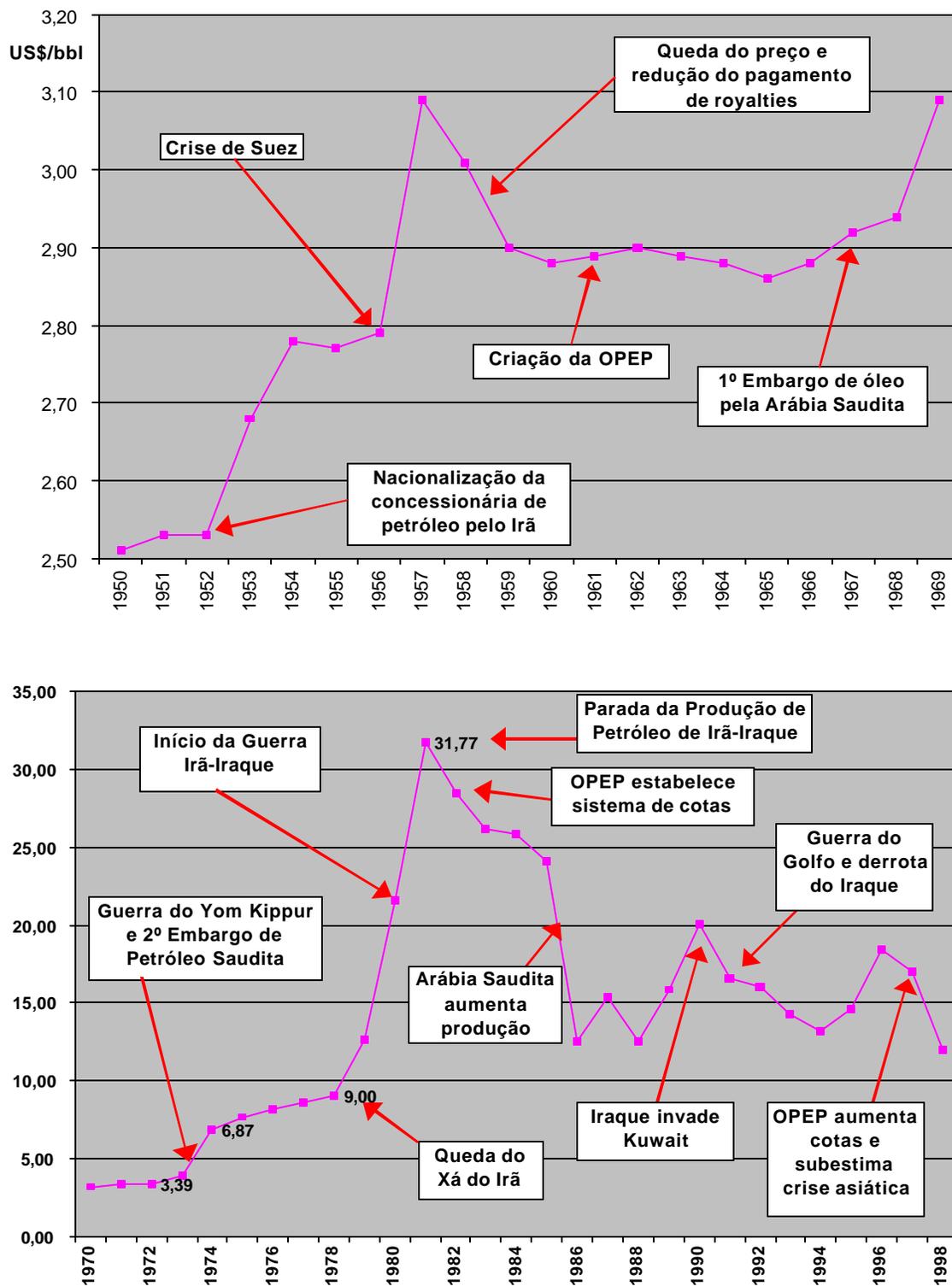
Artigo 39 - A Sociedade operará diretamente ou através de suas subsidiárias, organizadas com aprovação do Conselho Nacional do Petróleo, nas quais deverá sempre ter a maioria das ações com direito a voto. (Victor, 1970, pág. 400)

### **1ª fase - Pré crise do petróleo**

Compreende desde a criação da PETROBRAS até o início da década de 1970. Neste período ocorre o grande crescimento econômico do Brasil, a partir de sucessivos planos de desenvolvimento, a começar pelas iniciativas do Governo Getúlio Vargas de 1951 a 1954, seguidas pelo “Plano de Metas” do Governo Kubitschek (1956-60), do “Plano Trienal de Desenvolvimento Social Econômico” (1963-65) e os três planos dos governos pós-revolução, o “Programa de Ação Econômica do Governo” (1964-66), o “Programa Estratégico de Desenvolvimento” (1968-70) e o PND – “Plano Nacional de Desenvolvimento” (1972-74), que levaram ao chamado “milagre econômico” de fins da década de 1960 e início da 70. Vários eventos marcam este período, como a implantação da indústria de bens de consumo, em especial as montadoras de automóveis. Nestas circunstâncias, o desenvolvimento do mercado interno impulsionou o consumo de energia, em particular eletricidade e derivados de petróleo. Lembramos que a alternativa de geração hidrelétrica mesmo sendo significativa nesta época, ainda era de menor participação e o aumento de consumo elétrico era atendido basicamente por termelétricas, o que implicava em maior consumo de derivados de petróleo.

Assim, esta fase é caracterizada pela necessidade premente de atendimento da demanda de derivados de petróleo, num claro enfoque de atendimento do cliente final. Compreenda-se este atendimento sob a ótica de garantir o volume da demanda, ou seja, o desenvolvimento econômico a qualquer custo, evitando-se ao máximo o comprometimento do balanço de pagamentos do País.

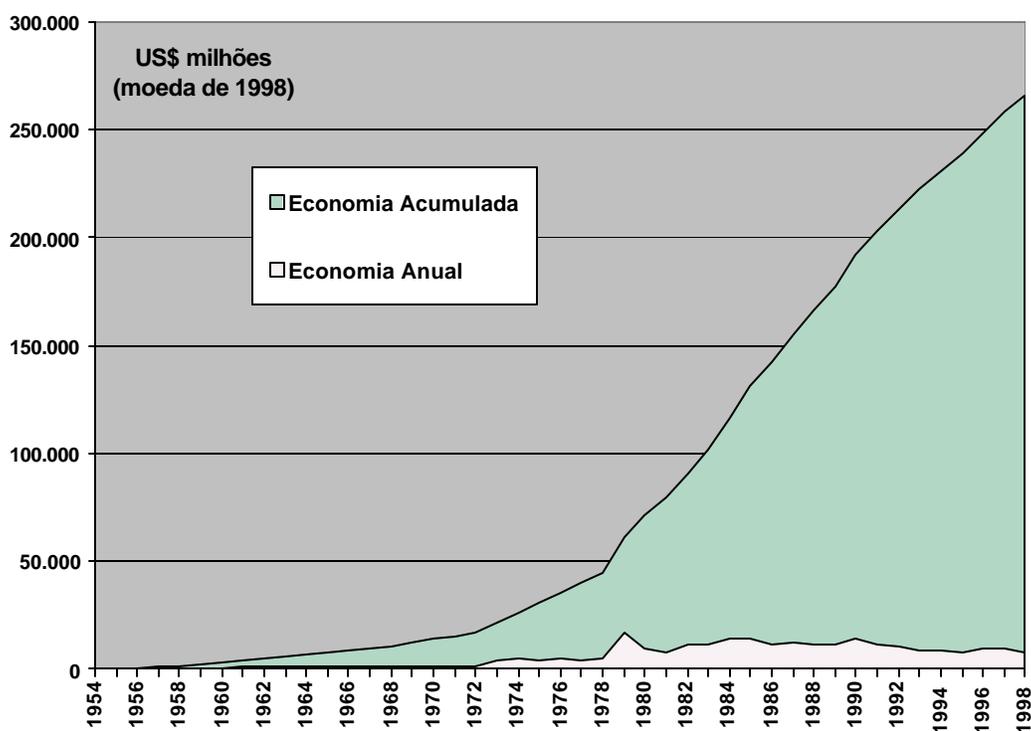
O negócio de petróleo neste período era marcado por grandes ganhos na refinação. Com os preços da matéria-prima petróleo baixos, na faixa de US\$ 3,00/bbl, e preço médio dos derivados de US\$ 10,00/bbl, uma margem elevada era obtida.



**Figura 1 – Evolução do Preço do Petróleo Western Texas Intermediate**

(Fonte: Pricing Statistics Sourcebook, 4th Edition, Pennwell)

Era preferível então, adquirir petróleo de origem externa a valores relativamente baixos, investir no refino nacional e numa infra-estrutura de apoio para transporte e estocagem de petróleo e derivados. Este investimento retornaria facilmente à Nação, sob a forma de redução de déficit da balança de pagamentos, ou seja a margem derivados – petróleo reverteria diretamente à economia nacional e não para grupos privados. Adicionalmente, haveria um impulso à indústria nacional, para a qual seriam destinadas as encomendas da PETROBRAS e seria estimulado o desenvolvimento tecnológico geral. Eventuais necessidades de financiamento estrangeiro seriam garantidas pelo Estado e facilmente pagas pelos ganhos obtidos. Todas estas premissas foram atingidas, conforme mostra o gráfico a seguir e o efetivo desenvolvimento técnico notoriamente obtido. O pagamento dos custos de financiamentos seria facilmente garantido por um tempo, como aliás ocorria para a indústria de petróleo mundial, uma vez que os ganhos percentuais sobre os capitais investidos superavam o custo do capital financiado.



**Figura 2 – Economia na Balança de Pagamentos devida à PETROBRAS**

(Fonte: Relatórios Anuais da Petrobras e International Financial Statistics, FMI)

Obviamente o mesmo tipo de raciocínio movia as grandes empresas petrolíferas pelo Mundo. Todas lucravam com as margens elevadas no refino e praticamente não se importavam com eventuais ganhos na produção de petróleo. Eram mais importantes a posse de campos de petróleo para garantir a

continuidade de suprimento e o ganho na cadeia de negócio como um todo. O desenvolvimento pós-2ª Guerra Mundial de enormes campos de óleo no Oriente Médio teve uma influência profunda no negócio do petróleo. Parece claro que o controle sobre estas principais fontes de matéria-prima também propiciava o controle dos preços. Havia somente a preocupação de cobrir os custos destas operações nos países produtores e garantir a realização das grandes margens nos pontos de maior controle daquelas empresas.

A concentração crescente de produção no Oriente Médio deixou a indústria sujeita a instabilidade política, que foi comprovada por eventos como a nacionalização da empresa concessionária pelo governo do Irã em 1951, a Crise de Suez em 1956, que cortou o suprimento de petróleo para a Europa pelo Canal de Suez e o embargo de óleo árabe em 1967. Os baixos preços nos anos que seguem a Crise de Suez fizeram as multinacionais anunciar reduções unilaterais nos pagamentos das participações para os governos produtores. Em resposta, a Venezuela uniu-se com vários países produtores do Oriente Médio para criar a Organização de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) em 1960, num esforço para aumentar o seu poder de barganha contra as companhias consumidoras.

Estes fatos culminam com o embargo de petróleo árabe de 1973 devido à Guerra árabe-israelense de outubro (Guerra do Yom Kippur), fazendo com que os preços triplicassem rapidamente, difundindo o pânico nos mercados de óleo e na economia mundial. A crise iraniana, provocada pela luta para retirar o Xá do poder em 1978, provocou novo aumento de preços. Este último evento foi agravado pela guerra Irã-Iraque, iniciada em 1980, causando a parada da produção de ambos os países e estendendo a tendência de alta nos preços por mais cinco anos.

No momento em que toda a estrutura de refinação e apoio instalada no País tinha como base uma matéria-prima importada barata, ocorre a crise descrita, ameaçando toda a expectativa de retorno no sistema estabelecido. Isto provoca nova pressão sobre a balança nacional de pagamentos e a necessidade de uma mudança de prioridades.

## **2ª fase - Pós crise do petróleo**

Esta fase inicia no estio da crise de preços do petróleo e perdura até hoje. Num primeiro momento, a crise do petróleo não afeta a economia da Nação. Por determinação governamental, a PETROBRAS absorve os custos adicionais do abastecimento de derivados oriundo dos preços maiores. Concomitantemente a estratégia de investimentos muda radicalmente, sendo a maior parte dos recursos disponíveis destinada para a exploração e produção de petróleo no País, especialmente na plataforma continental (Calabi, 1983).

Este movimento visava o atendimento da demanda de petróleo, um enfoque fornecedor, para garantir o suprimento do sistema de produção e distribuição de derivados já instalado, com uma mínima adaptação desta estrutura existente à matéria-prima obtida.

É importante frisar que em ambas as fases, pré e pós crise do petróleo, a estratégia prioritária de investimento visava a redução do déficit da balança de pagamentos do País (IBP & FGV, 1996). Em nenhum momento, é expressa qualquer preocupação com missão ou meta de obtenção de resultados como negócio<sup>2</sup>.

Outras empresas também passam por processos de mudança semelhantes, porém relacionados à concentração de ganhos em pontos diferentes da cadeia de agregação de valor do petróleo.

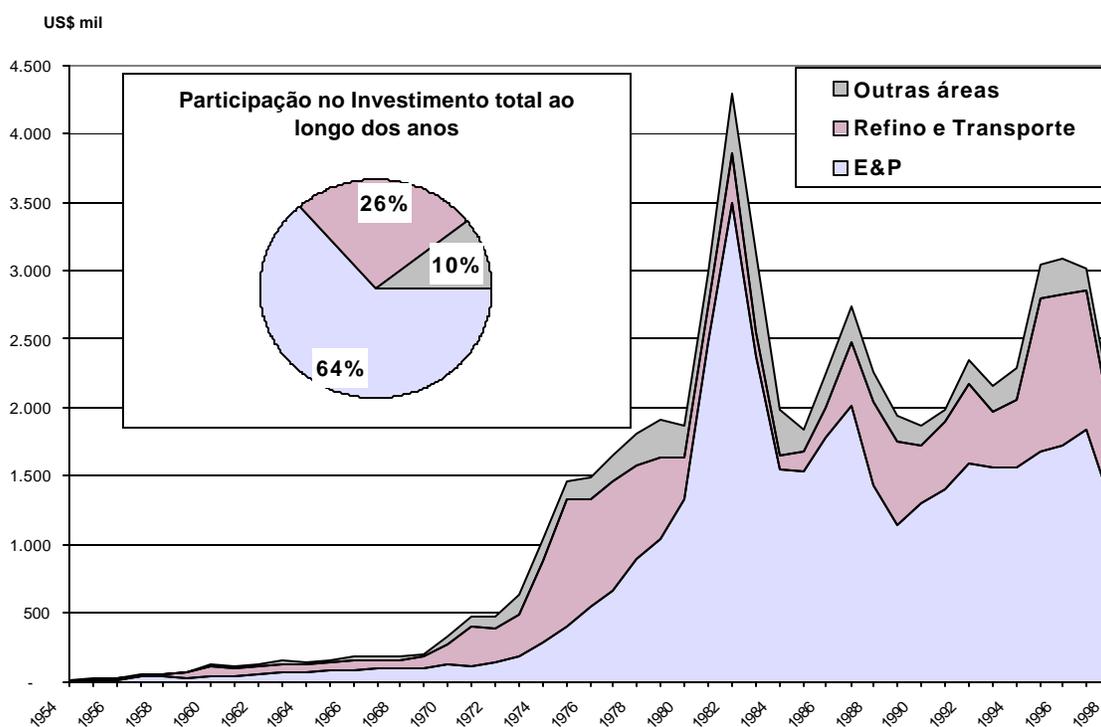
A dependência mundial de poucas fontes de suprimento de petróleo, passa o controle dos preços aos países produtores. O conseqüente aumento dos preços provoca uma enorme transferência de recursos financeiros para estes países ao mesmo tempo que provoca uma mudança radical nos ganhos ao longo do negócio de petróleo. As margens antes desprezadas na produção de petróleo passam a ser muitas vezes elevadas, mudando o foco de ganho dentro da indústria. A obtenção de matéria-prima passa de garantia de continuidade de suprimento à condição de melhor negócio da cadeia.

Com o passar do tempo, surge o conceito da especialização dentro da empresa de petróleo, que consistia na separação em duas unidades de negócio praticamente independentes. Uma ligada

---

<sup>2</sup> A Petrobras era um particular tipo de monopólio, monopólio exclusivamente exercido pelo governo, que controlava as ações da Petrobras durante anos; a Petrobras foi usada como instrumento de captação de recursos, como instrumento de controle de preços, e fiquei feliz de ver o Ministro se lembrar de que foi realmente o grande esforço de 1974, e posteriormente em 1978, que produziu o aumento da oferta do petróleo. (Discurso do Deputado Federal Antônio Delfim Neto; In: IBP & FGV, 1996, págs. 17-18)

exclusivamente à exploração e produção de petróleo - chamada “Upstream” e outra controlando o antes grande filão de valorização do negócio, englobando o refino, transporte e distribuição de produtos - “Downstream”. A própria integração vertical da indústria foi questionada, mesmo com algumas controvérsias nas afirmações<sup>3</sup> (Oil & Gas Journal, Oct. 19,1981)



**Figura 3 - Investimentos nas áreas da PETROBRAS**

(Fonte: Relatórios Anuais da Petrobras)

Em todas as empresas de petróleo no Mundo as conseqüências deste processo têm sido várias:

- Ocorre um diferencial de desenvolvimento e aplicação de investimentos nos vários segmentos da cadeia integrada vertical, que produziu um descompasso entre a obtenção da matéria-prima e o restante da cadeia. Isto é particularmente relevante no caso da PETROBRAS<sup>4</sup> (Zamith, 1998).

<sup>3</sup> "...it is second nature in the industry to think in terms of the upstream and downstream as parts of an effective whole. Given the changed environment in which we now work, however, it is clear that the industry should recognize at least two fundamentally different businesses, with exploration/production not necessarily linked to refining and distribution of products. ...In terms of logistics, of course, there is certainly an advantage in integration. And there may well be cases where downstream activities still play an important part in securing a particular position upstream." (Dick De Bruyne, diretor gerente da Royal Dutch/Shell citado em Oil & Gas Journal, Oct. 19,1981)

<sup>4</sup> No afã de assumir a liderança mundial nas atividades de águas profundas, o Brasil deixou crescer um enorme "gap" em outros segmentos da indústria que também têm experimentado grandes avanços no plano internacional (podemos mencionar o

- O aumento geral dos custos devido ao preço do petróleo provoca queda nos resultados da maioria dos negócios e em particular nas empresas de petróleo, principalmente se comparados ao período pré-crise. Aumenta a pressão dos acionistas e gerentes por melhoria. Para alcançar este objetivo, novas formas de administração são tentadas, como a divisão das empresas em unidades de negócio, com obrigação de atingir resultados e se manter de forma independente. Este conceito é largamente aplicado na indústria de petróleo, reforçando a especialização.
- O aprofundamento da aplicação destes conceitos leva à terceirização de atividades e até a alienação de ativos de margem estreita, cuja subsistência independente dentro da empresa não se justificaria. Algumas empresas saem de alguns ramos do negócio, tornando-se somente empresas de Exploração e Produção de petróleo.
- Outros fatores externos pressionam a margem dos elos de meio – refino, transporte e distribuição – como as demandas de qualidade e meio-ambiente que aumentam os custos. Para fazer frente a necessidade de resultados independente, estas voltam-se para os negócios de final da cadeia - petroquímica e lojas de conveniência – ramos não diretamente influenciados pelos custos da cadeia do petróleo e onde há uma valorização extra dos investimentos. (Pyra Energy Group, 1998)
- Esta mesma pressão por resultados e competitividade conduz a busca de estratégias que não correspondem à missão e valores estabelecidos de um negócio integrado, o que agravou o descompasso na gestão entre os vários elos da cadeia (Cavalcanti,1997). As unidades de negócio passam a ser geridas efetivamente de modo independente, com diretrizes conflitantes, gerando dificuldades na gestão do todo. (Ramos Filho, 1998)

Esta seqüência de fatos tem conduzido a uma redução da integração vertical deste negócio, caracterizando uma “ruptura da cadeia de suprimento logístico”.

Enquanto os ganhos auferidos pelos produtores de petróleo impulsionavam a área de produção nas empresas, os preços elevados estimulavam as fontes alternativas e os programas de conservação de energia. Assim, várias jazidas de petróleo antes não atraentes ao investimento foram desenvolvidas, ao mesmo tempo em que o consumo de petróleo caía, substituído por outras fontes ou simplesmente aproveitado de forma mais eficiente. Após a crise em 1974, pela primeira vez desde a década de 30, o

---

desenvolvimento de campos marginais; as tecnologias de rejuvenescimento de campos maduros; o desenvolvimento da cadeia GNL; a modernização do parque de refino e das infra-estruturas de distribuição, transporte e comercialização de produtos). (Zamith, 1998)

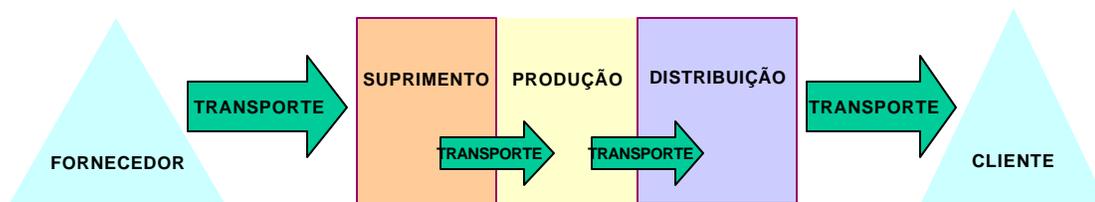
consumo energético mundial cai, sem uma correspondente queda na produção. Os preços começam a cair. A OPEP tenta contornar este quadro e retomar o controle da situação estabelecendo um sistema de quotas de produção, que não surte o efeito esperado devido ao não cumprimento das quotas por alguns membros. A invasão do Kuwait pelo Iraque e sua libertação em seguida, aumentam as pressões sobre a oferta. O Iraque sofre um embargo e tem suas exportações restringidas, enquanto os outros principais produtores, Arábia Saudita e Kuwait acumulam dívidas externas com a mobilização bélica do confronto, despesas de reconstrução de suas instalações e limpeza ambiental. A OPEP subestima os efeitos das crises econômicas pelo Mundo - Rússia, Ásia e Brasil - sobre a demanda de petróleo e aumenta as quotas de produção. Os preços despencam, chegando aos menores valores em 22 anos em dezembro de 1998. A estrutura de valorização de investimentos estabelecida nos últimos anos na indústria de petróleo sofre vários abalos e poços de petróleo são fechados no Mar do Norte. As empresas voltam a considerar os ganhos da integração e várias fusões ou aquisições se sucedem no negócio do petróleo.

### 3. O negócio do petróleo enquadrado no conceito de logística integrada (supply chain)

*"Todas as pessoas assumem os limites de sua visão, como sendo os limites do Mundo." Arthur Schopenhauer*

Pelo capítulo anterior vimos que vários eventos realçam aspectos da influência da função logística na indústria de petróleo. A começar pela necessidade das indústrias, então integradas, de controlar as fontes de fornecimento de matéria-prima, garantindo a concentração de ganhos nos segmentos de refino e distribuição, que tinham sob seu maior controle e situados numa região do Mundo onde poderiam garantir mais facilmente seus lucros. A Crise de Suez ressalta a importância do canal logístico de suprimento e do domínio desta parte da cadeia na partição dos lucros no conjunto. A noção deste poder provoca o embargo árabe de 1967 e as crises do petróleo que mudam radicalmente a agregação de valor no sistema desta indústria, alterando até sua configuração.

Para melhor compreender estes processos e investigar os efeitos das decisões de investimento neste sistema, precisamos analisar a indústria de petróleo sob a ótica da logística integrada. Para tanto, tomamos a cadeia de agregação de valor da logística e enquadramos os vários elos desta indústria nestes conceitos.



**Figura 4 - Cadeia de Agregação de Valor da Logística**

A figura mostra o desenho básico de uma cadeia logística completa desde a obtenção da matéria-prima até o cliente final (adaptado de Novaes,1997). Analisaremos a cadeia de agregação de valor da indústria de petróleo dentro desta ótica, enquadrando cada uma das funções e processos desta indústria nos mesmos e descrevendo brevemente estas funções.

**Tabela 1 - Enquadramento das Funções da Indústria de Petróleo na Cadeia Logística**

<b>Elemento da Cadeia Logística</b>	<b>Função ou Processo da Indústria de Petróleo</b>	<b>Características</b>
Fornecedor	Produtor de petróleo Independente ou “Upstream” Exploração & Produção	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tem a matéria-prima como seu principal produto e excedente</li> <li>• Grandes investimentos para iniciar produção, relativamente menores para manter</li> <li>• Controle relativamente baixo sobre a produção, a não ser pela capacidade de estoque</li> </ul>
Transporte Fornecedor ⇒ Suprimento	Modais de transporte – dutoviário / marítimo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prestador de serviço independente</li> <li>• Grandes investimentos e custos fixos</li> <li>• Movimenta grandes lotes</li> </ul>
Suprimento	Comprador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conhecimento do mercado internacional e de futuros para negociação de preços e prazos</li> <li>• Grande necessidade de financiamento</li> </ul>
	Terminal de Petróleo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Armazena e prepara os lotes a serem transportados</li> <li>• Grande capacidade de estoque</li> </ul>
Transporte Suprimento ⇒ Produção	Modais de transporte Dutoviário	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prestador de serviço normalmente cativo</li> <li>• Grandes investimentos e custos fixos</li> <li>• Movimenta grandes lotes</li> </ul>
Produção	Refinaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Único cliente da matéria-prima</li> <li>• Produz derivados adequados ao perfil do mercado alvo (normalmente local)</li> <li>• Grandes investimentos e custos fixos</li> <li>• Movimenta grandes lotes de matéria-prima</li> <li>• Movimenta lotes menores de derivados, mas variados em qualidade e tamanho</li> <li>• Prepara os lotes a serem transportados</li> </ul>
Transporte Produção ⇒ Distribuição	Modais de transporte Dutoviário / marítimo / ferroviário / rodoviário	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prestador de serviço cativo ou independente</li> <li>• Investimentos e custos fixos menores</li> <li>• Movimenta lotes menores, mas variados em qualidade e tamanho</li> </ul>
Distribuição	Terminal de Derivados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Armazena os lotes a serem transportados</li> <li>• Capacidade de estoque relativamente menor</li> </ul>
	Vendedor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conhecimento do mercado local</li> <li>• Necessidade de conhecimento de custos para negociação de preços e prazos</li> </ul>
Transporte Distribuição ⇒ Cliente	Modais de transporte Dutoviário / ferroviário / rodoviário	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prestador de serviço independente</li> <li>• Investimentos e custos fixos menores</li> <li>• Movimenta lotes menores, mas variados em qualidade e tamanho</li> </ul>

Observamos que nesta abordagem, consideramos apenas o fluxo material principal da cadeia logística, ou seja petróleo e derivados. Assim, a área de “upstream” é vista como o fornecedor. Numa outra visão mais ampla, poderiam ser considerados como fornecedores da cadeia, os prestadores de serviços, supridores de materiais e os empréstimos de capital necessários ao desenvolvimento da atividade de “upstream”. No entanto estes fogem ao escopo da análise pretendida neste trabalho. Adicionalmente, o “downstream” engloba todas funções fora do “upstream”, sendo neste enfoque o responsável pelo desenvolvimento de todas as outras ações de agregação de valor da cadeia.

Ao longo da cadeia logística vários tipos de valor ou *utilidades* são agregados ao produto, principalmente a saber (Bowersox & Closs, 1996):

- **Forma** - especificação demandada, em termos de qualidade e quantidade
- **Espaço** - local desejado de disponibilização
- **Tempo** - momento desejado de disponibilização
- **Posse** - informação e efetiva troca de titularidade do produto disponibilizado

Prosseguindo nesta análise, tomamos o mesmo tipo de tabela anterior para classificar as funções da indústria de petróleo quanto às utilidades que agregam na cadeia logística.

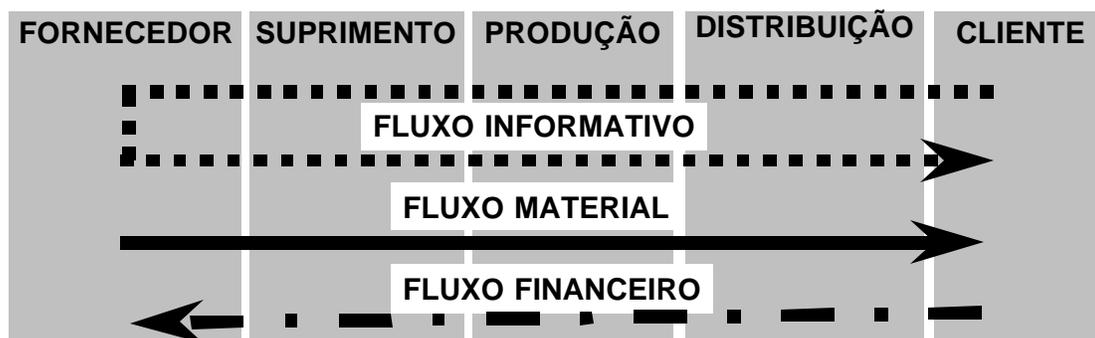
**Tabela 2- Utilidades logísticas agregadas pelas funções na indústria de petróleo**

<b>Elemento da Cadeia Logística</b>	<b>Função ou Processo da Indústria de Petróleo</b>	<b>Utilidades que pode agregar</b>
Fornecedor	Produtor de petróleo - Independente ou “Upstream” Exploração & Produção	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Forma</li> <li>• Tempo</li> </ul>
Transporte Fornecedor ⇒ Suprimento	Modais de transporte – dutoviário / marítimo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espaço</li> <li>• Tempo</li> </ul>
Suprimento	Comprador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tempo</li> <li>• Posse</li> </ul>
	Terminal de Petróleo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tempo</li> </ul>
Transporte Suprimento ⇒ Produção	Modais de transporte Dutoviário	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espaço</li> <li>• Tempo</li> </ul>
Produção	Refinaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Forma</li> <li>• Tempo</li> </ul>
Transporte Produção ⇒ Distribuição	Modais de transporte - Dutoviário / marítimo / ferroviário / rodoviário	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espaço</li> <li>• Tempo</li> </ul>
Distribuição	Terminal de Derivados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tempo</li> </ul>
	Vendedor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tempo</li> <li>• Posse</li> </ul>
Transporte Distribuição ⇒ Cliente	Modais de transporte Dutoviário / ferroviário / rodoviário	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espaço</li> <li>• Tempo</li> </ul>

Fica patente nesta análise algumas características de agregação de valor básicas na cadeia da indústria de petróleo, talvez óbvias mas que merecem ser realçadas:

- A Utilidade *Espaço* só pode ser agregada pelo *Transporte*
- A Utilidade *Forma* só pode ser agregada pelo *Produtor de Petróleo* e a *Refinaria*
- A Utilidade *Tempo* pode ser agregada por *qualquer elemento* da cadeia
- A Utilidade *Posse* só pode ser agregada pela coordenação de ações de *vários elementos*, mas é mais facilmente identificada aos processos de *Compra e Venda*

Outro enfoque da cadeia logística que merece ser aplicado nesta análise, se refere aos fluxos através dos elos logísticos, conforme o desenho a seguir (adaptado de Novaes,1997).



**Figura 5 - Fluxos ao longo da cadeia logística**

Este desenho pretende explicitar que o fluxo material é físico e segue do fornecedor em direção ao cliente, enquanto o financeiro segue o sentido oposto. Já o fluxo informativo sai do cliente, através do pedido de um material, se propaga pelos elos da cadeia, se consubstanciando em especificações de pedido (qualidade e quantidade), programação de entrega, programação de produção, aquisição de matéria-prima etc e retorna ao cliente, como atendimento correto do pedido, pesquisa de satisfação etc que realimenta o ciclo de informação.

Agora explicitaremos quais são estes fluxos que permeiam a cadeia da indústria de petróleo.

Tabela 3 - Fluxos logísticos na Cadeia da Indústria de Petróleo

<b>Função ou Processo da Indústria de Petróleo</b>	<b>Fluxo Material</b>	<b>Fluxo Informativo</b>	<b>Fluxo Financeiro</b>
Produtor de petróleo - Independente ou “Upstream” Exploração & Produção	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Petróleo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lote a entregar</li> <li>• Momento de entrega</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Receita de venda do petróleo</li> <li>• Custo de produção</li> </ul>
Modais de transporte – dutoviário / marítimo  Comprador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Petróleo</li> <li>• Petróleo (*)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Local de recebimento e entrega</li> <li>• Momento de recebimento e entrega</li> <li>• Local e momento de disponibilização</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Receita de frete</li> <li>• Custo do transporte</li> <li>• Margem comercial líquida</li> <li>• Custos financeiros</li> </ul>
Terminal de Petróleo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Petróleo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Momento de recebimento e entrega</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Receita do manuseio e armazenagem</li> <li>• Custo da instalação</li> <li>• Custo da operação</li> </ul>
Modais de transporte Dutoviário	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Petróleo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Local de recebimento e entrega</li> <li>• Momento de recebimento e entrega</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Receita de frete</li> <li>• Custo do transporte</li> </ul>
Refinaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Petróleo</li> <li>• Derivados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Momento de recebimento do petróleo</li> <li>• Tempo necessário ao processamento</li> <li>• Momento de entrega de derivados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Receita de venda de derivados</li> <li>• Custo de aquisição do petróleo, do refino, logísticos de transporte e manuseio de petróleo e derivados</li> </ul>
Modais de transporte - Dutoviário / marítimo / ferroviário / rodoviário	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Derivados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Local de recebimento e entrega</li> <li>• Momento de recebimento e entrega</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Receita de frete</li> <li>• Custo do transporte</li> </ul>
Terminal de Derivados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Derivados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Momento de recebimento e entrega</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Receita do manuseio e armazenagem</li> <li>• Custo da operação</li> </ul>
Vendedor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Derivados (*)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Local e momento de entrega</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Margem comercial líquida</li> <li>• Custos financeiros</li> </ul>
Modais de transporte Dutoviário / ferroviário / rodoviário	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Derivados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Local de recebimento e entrega</li> <li>• Momento de recebimento e entrega</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Receita de frete</li> <li>• Custo do transporte</li> </ul>

(\*) não lidam diretamente com este fluxo.

Até este ponto, a análise já nos permite vislumbrar a importância relativa das várias funções isoladamente e no conjunto. Vemos que a produção de petróleo e derivados são pontos centrais para o fluxo material da cadeia, em particular a refinaria, onde ocorre a grande transformação do petróleo nos produtos que proporcionam à indústria um grande e variada gama de clientes. Consideramos que as funções de Comprador e Vendedor não lidam diretamente com o fluxo material, mas o influenciam e desempenham importante papel quanto aos outros fluxos. Observamos também que para o fluxo informativo, as informações mais relevantes são ligadas ao ciclo de pedidos ao longo da cadeia, principalmente volume e momentos de disponibilização dos materiais. É claro que muitas outras informações são passadas, mas nos concentramos nas que nos parecem mais relevantes ao ciclo do pedido e pertinentes ao fluxo material. Também vemos que o fluxo financeiro é composto de uma série de pares receita-custo onde basicamente a receita de um segmento é custo para um dos outros elos da cadeia.

Neste ponto queremos lembrar a definição de logística<sup>5</sup> e enfatizar seus dois principais aspectos:

- Satisfação do cliente
- Eficiência e eficácia em custo

Estas duas últimas tabelas 2 e 3 ressaltam a importância destes dois aspectos – tempo e custo. Obviamente o tempo é diretamente ligado a ciclo de pedido, à satisfação do cliente e também ao custo financeiro de estoque. Como vimos, todos os elementos da cadeia da indústria de petróleo podem agregar a utilidade tempo e para saber sua influência na cadeia, devemos avaliá-los quanto ao tempo relativo de cada um.

**Tabela 4 - Tempo de Ciclo das Funções da Indústria de Petróleo**

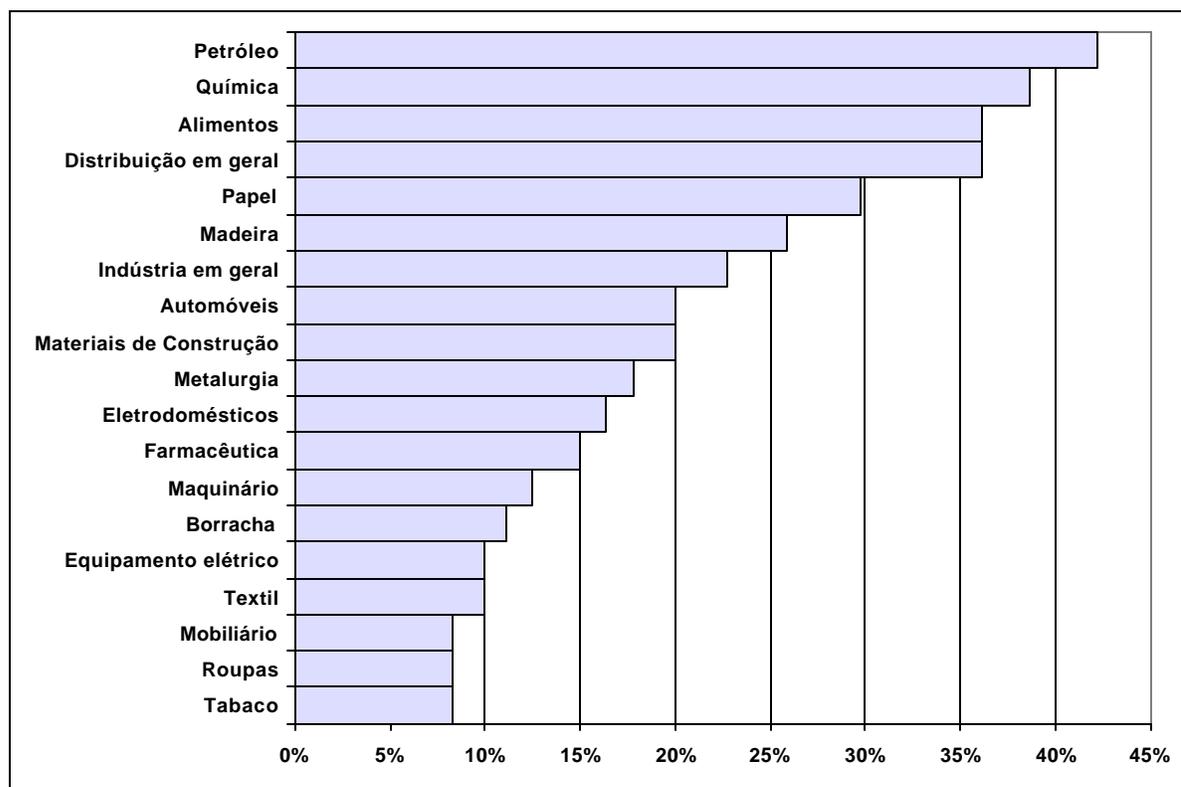
<b>Função ou Processo da Indústria de Petróleo</b>	<b>Tempo de ciclo da função</b>
Produtor de petróleo – Independente ou “Upstream” Exploração & Produção	1 a 7 dias
Modais de transporte – dutoviário / marítimo	5 a 30 dias
Comprador (*)	1 a 60 dias
Terminal de Petróleo	1 a 15 dias
Modais de transporte - Dutoviário	1 a 2 dias
Refinaria	1 a 7 dias
Modais de transporte - Dutoviário / marítimo / ferroviário /	1 a 15 dias

<sup>5</sup> Logística é o processo de planejar, implementar e controlar o fluxo e o armazenamento das matérias primas, dos estoques em processamento, dos produtos acabados e das informações relacionadas, visando eficiência e eficácia em custo, a partir do ponto de origem até o ponto de consumo, com o propósito de satisfazer as necessidades dos clientes ” (Council of Logistics Management ,1986 apud Bowersox & Closs, 1997)

rodoviário	
Terminal de Derivados	1 a 15 dias
Vendedor (*)	1 a 30 dias
Modais de transporte Dutoviário / ferroviário / rodoviário	1 a 5 dias

(\*) tempo desde negociação até conclusão financeira

Frisemos que os tempos de ciclo do comprador e vendedor influenciam somente os custos financeiros das operações de compra e venda e não o tempo sobre o fluxo material. Todos os outros no entanto, se refletem em custos financeiros devido ao estoque imobilizado durante as operações físicas. Logo, todos estes tempos também geram custos que se somam aos outros custos logísticos. E os custos logísticos totais respondem por uma grande parte da agregação de valor na indústria de petróleo, sendo dos maiores entre vários ramos de negócio, como demonstrado no gráfico a seguir.



**Figura 6 - Participação dos custos logísticos em várias indústrias**

(Fonte: Morehouse, 1984 apud Stock & Lambert, 1992)

A compreensão ainda que intuitiva, destes conceitos, permitiu a John Rockefeller dominar o negócio do petróleo nos Estados Unidos da América, a partir de 1872. As refinarias da empresa de Rockefeller, a Standard Oil, ficavam distantes das regiões de produção de petróleo e dos grandes centros de

consumo, no nordeste do país, notadamente Nova York. Assim, dependia criticamente do transporte. Este transporte era feito por ferrovia, sendo oferecido por três companhias. Todos os refinadores dependiam destas empresas principalmente para a distribuição de produtos e estas transportadoras competiam ferozmente entre si pelos ganhos destes fretes. Isto gerava uma competição ruínosa entre elas e conforme a negociação que cada empresa refinadora de petróleo conseguia havia grandes diferenças de custos e flutuações nos preços do transporte dos produtos de petróleo. Para proteger seus ganhos, Rockefeller propôs um acordo a todas as empresas ferroviárias, fixando um valor menor para o frete de petróleo e derivados da Standard Oil, em troca de uma participação na margem do negócio como um todo. As empresas transportadoras aceitaram, passando a tarifa normal de US\$ 2,56 por barril transportado que era cobrada dos concorrentes de Rockefeller, para US\$ 1,06 por barril. Além da perspectiva de um quinhão do lucro de Rockefeller, reduziam seus custos fixos pela garantia de ocupação de seus vagões. Ao final do primeiro ciclo completo de negócio, as transportadoras receberam outros US\$ 1,06 por barril. Podemos afirmar que a criação da Royal Dutch - Shell passou por um processo semelhante de conjugação de interesses e ganhos conjuntos em logística. (Victor; 1970)

Assim, Rockefeller fortaleceu seu negócio e empenhou-se em manter e melhorar a qualidade e o atendimento de seus clientes, ao mesmo tempo em que controlava os custos. Sem perceber, deu os primeiros passos para a integração logística, trazendo as funções de suprimento e de distribuição para dentro do mesmo sistema, visando a um só tempo isolar a operação como um todo da instabilidade do mercado e melhorar a competitividade do produto. Esta constatação foi feita anos após dos fatos acima narrados, por um funcionário de Rockefeller<sup>6</sup>. Assim parece-nos que o conceito de logística integrada poderia ser atribuído originalmente a John Rockefeller, cerca de 30 anos antes da cronologia da literatura (Stock & Lambert, 1992).

Conclui-se pelo exposto, até agora, que a aplicação do conceito de logística dentro da indústria de petróleo vem de uma ótica de atendimento das operações do “downstream”. Este conceito dependia basicamente do mercado alvo de derivados, da refinaria, do suprimento de petróleo e das facilidades de manuseio e estoque dos materiais que fluíam pelo sistema. O mercado determinava a qualidade e

---

<sup>6</sup> “Ele sabia instintivamente que uma boa organização só seria possível se houvesse um controle centralizado de grandes conjuntos de instalações e capital, com o objetivo único de um fluxo ordenado de artigos do produtor ao consumidor. Esse fluxo ordenado, econômico e eficiente é o que hoje, muitos anos depois, se chama “integração vertical”. Ele acrescentou: “Não se sei o sr. Rockefeller alguma vez usou a palavra ‘integração’. Só sei que foi quem concebeu a idéia”. (Yergin, 1992)

quantidade de derivados a serem produzidos e as funções ao longo da cadeia se ajustavam a essas demandas. Um número imenso de variáveis passou a ser envolvido, como especificações de produtos, quantidades de produtos e matérias-primas, tarifas de transporte e tancagem, preços de produtos e petróleo, capacidades e a disponibilidade do canais logísticos.

Esta visão foi intensificada na década de 1960 com avanço da computação, que permitiu contemplar um cálculo matemático tão complexo. Vários programas de computador e carreiras profissionais foram construídas em torno de projetos para equacionar da melhor maneira este problema (Langeveld, 1989), tendo ainda como principais limitações:

- aquisição e suprimento de petróleo
- capacidade de processamento de petróleo

Estas duas limitações se encontram num ponto central deste sistema que é a refinaria. Sua programação usa dados das previsões de vendas de derivados e do perfil de petróleos disponíveis para planejar sua operação. Tem que receber dados diários sobre a movimentação de produtos do terminais e fazer os ajustes necessários em sua produção para evitar escassez de derivados. Precisa de informações sobre os petróleos realmente disponíveis, que nem sempre serão os selecionados em sua programação, para verificar quanto da demanda de produtos irá atingir. Tem que notificar o marketing e comercialização sobre quaisquer possíveis alterações no perfil de produtos resultante destas mudanças. A programação e planejamento das operações de refino sempre foram críticos para o sucesso da cadeia de valor do petróleo. E uma vez tomadas estas decisões, as informações pertinentes tem que fluir para a área de aquisição e suprimento de petróleo, para as operações de refino, para vendas e comercialização e para operações de transporte e terminais. Esta situação não difere na maioria das empresas de petróleo, no entanto, uma distinção significativa no resultado do negócio como um todo repousa na velocidade e precisão da execução destas operações. Conclui-se que garantir um fluxo de informação entre estas áreas funcionais tem que ser uma atividade empresarial normal e sistemática. E caso se pretenda manter baixo o custo de capital através de baixos níveis de estoque de petróleo e derivados, não são permitidos enganos neste processo de decisão, sob pena dos principais aspectos de funcionamento da cadeia logística – satisfação do cliente e eficiência e eficácia em custos – não serem atendidos. A pressão por resultados do negócio neste sistema têm levado as grandes empresas de petróleo a

melhorar seu desempenho logístico, visando o cliente. Alguns destes esforços já são reconhecidos nas publicações especializadas em logística, como é o caso da AMOCO. (Bergin, 1996)

Para poder entender como este movimento se situa atualmente na indústria de petróleo, precisamos analisar a evolução do conceito da logística na indústria de maneira geral e depois enquadrar a indústria de petróleo nesta evolução.

Historicamente, os conceitos de logística aqui discutidos surgiram no pós- II Guerra Mundial e mais especificamente nos Estados Unidos. A mobilização para a guerra naquele país foi caracterizada pela produção em massa de produtos únicos para uma população que agia em uníssono, voltada para o esforço bélico. Assim, oferta e demanda foram de alguma forma atreladas, visando otimização do todo, minimizando custo e maximizando resultado que no caso seria a obtenção da vitória. Ao final, obteve-se um parque industrial montado e ajustado para as necessidades de uma população altamente mobilizada e demandando produtos padronizados.

Neste cenário desenvolve-se a logística, passando por algumas fases evolutivas marcantes:

**1ª fase** – As funções da cadeia de atendimento eram vistas como estanques, com fábrica, armazém, varejista etc, atuando isoladamente, sub-sistemas otimizados separadamente, com os estoques servindo como pulmão e garantia de atendimento. A demanda era padronizada, havendo pouca ou nenhuma oferta de opções de produtos, o que tornava planejamento e produção meras repetições sistemáticas do passado. Havia ênfase no controle de custo individual de cada função, preocupação com despachos econômicos e no controle de estoque baseado no modelo de pedido econômico, numa visão de redução de custos de transporte.

**2ª fase** – O aumento apreciável do preço dos combustíveis e da mão de obra durante a década de 70 impacta o custo do transporte, que em conjunto com o congestionamento crescente dos centros urbanos, incorre no aumento do custo de distribuição. Concomitantemente, mudanças culturais provocam alteração no perfil da demanda, devido ao seu desdobramento por grupos heterogêneos de consumidores. Isto provoca uma variação no perfil de produtos demandados, levando à introdução de processos produtivos mais flexíveis, para permitir maior variedade na oferta. Influenciam também o desenvolvimento da informática e

o aumento das opções de transportes. Começa a acontecer uma integração rígida entre os mesmos sistemas da 1ª fase mas com alguma preocupação de otimização parcial nas interfaces, visando redução do custo operacional. Isto se traduz pela maior integração entre pedidos de fabricação e despacho e processos de decisão mais integrados. Aumenta a importância do profissional de logística e inicia-se o uso da informática na cadeia produtiva.

**3ª fase** – As já citadas pressões por resultados aumentam muito a concorrência e a competição. Uma série de movimentos econômicos e sociais trazem a ênfase para a satisfação absoluta do cliente com a Qualidade Total, aumento do nível de serviço e prazos de entrega mais curtos possíveis. Para melhorar resultados, aumenta a pressão sobre redução dos custos ao mínimo possível, levando a programas de estoque - zero. Para possibilitar estas metas adota-se o uso intensivo da informação e da informática. As fronteiras entre as, até então, rígidas funções da cadeia começam a ser menos visíveis, internas e externas às empresas, com o desenvolvimento de parcerias com atores especializados em alguns elos como transporte, distribuição etc.

**4ª fase** – As fronteiras menos visíveis na fase anterior, desaparecem, havendo total superposição entre as funções da cadeia logística. Surge o conceito de integração total da logística. Crescem o uso da postergação na finalização de produtos visando atendimento de demandas específicas. Começam a surgir a combinação de hardware e software, com produtos sendo fabricados praticamente no ato da compra, como livros e talões de cheque entre outros. Cresce o uso das compras eletrônicas para diminuir estoques como os pedidos de carro “on-line”, dentro das especificações do cliente. A diminuição de intermediários no ciclo do pedido leva a uma aceleração na entrega e os transportes passam a ser otimizados praticamente em tempo real, demandando sistemas informatizados e eficientes para atualização de dados e reprogramação, como o GPS – (Global Positioning System). A garantia de qualidade e a legislação demandam uma série de certificações do sistema logístico para que este prove sua adequação neste processo, como a série de normas ISO 9000, 14000 entre outras. Atendimento da satisfação do cliente passa a ser um processo totalmente gerenciável e passível de certificação prévia.

Considerado este quadro evolutivo, aonde se encontra a cadeia logística de agregação de valor do petróleo ? Analisando o atual cenário geral e em particular da PETROBRAS, podemos afirmar que estamos num estágio de evolução que se situa da 2ª para 3ª fase descritas.

Realizamos a seguinte avaliação baseada nas características marcantes das fases:

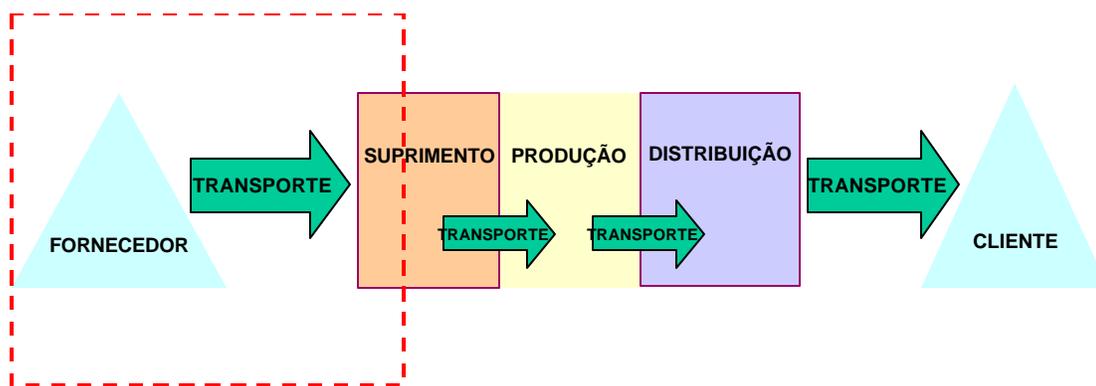
**Tabela 5 - Caracterização do Estágio Evolutivo da Logística na Indústria de Petróleo**

<b>Fase</b>	<b>Característica</b>	<b>Avaliação da cadeia do petróleo</b>
2ª	Processo de decisão mais integrado	Ainda por segmento de negócio (upstream X downstream)
2ª	Maior importância do homem de logística	Aumentando
2ª	Otimização parcial	Intensa entre funções com interface (refino x transporte, transporte x terminais)
3ª	Satisfação absoluta do cliente	Ainda com ênfase na qualidade dos derivados
3ª	Estoque – Zero	Preocupação em alguns pontos, como matéria-prima na refinaria, mas com restrições legais
3ª	Prazos mais curtos possíveis	Na distribuição de derivados
3ª	Custos baixos	Ênfase geral em todas as funções
3ª	Grande competitividade	Principalmente na aquisição de matéria-prima e varejo de derivados
3ª	Uso de parcerias	Sim e intensificando
3ª	Uso intensivo da informação e da informática	Sim, com ênfase na automação de processos

É importante citar que várias etapas da evolução da logística receberam contribuição marcante da indústria de petróleo, sendo pioneira no desenvolvimento dos métodos de cálculo de otimização de recursos, como transporte e refino. No entanto, pela análise desenvolvida, vemos que apesar deste pioneirismo, a indústria de petróleo não evoluiu no mesmo compasso que outros tipos de organizações e ainda não se enquadra no conceito de integração logística total. Isto se deve ao processo histórico descrito, no qual os grandes ganhos concentrados, ora no “upstream”, ora no “downstream” levaram a uma ruptura da cadeia de valor. Contudo, já se fala em integração logística total na indústria de petróleo para desenvolvimento de estratégia global de investimentos, desde a exploração e produção de petróleo até a distribuição de derivados (THE COLLEGE OF PETROLEUM AND ENERGY STUDIES,1998). Esta abordagem vislumbra o ganho potencial da integração, evitando-se as incertezas

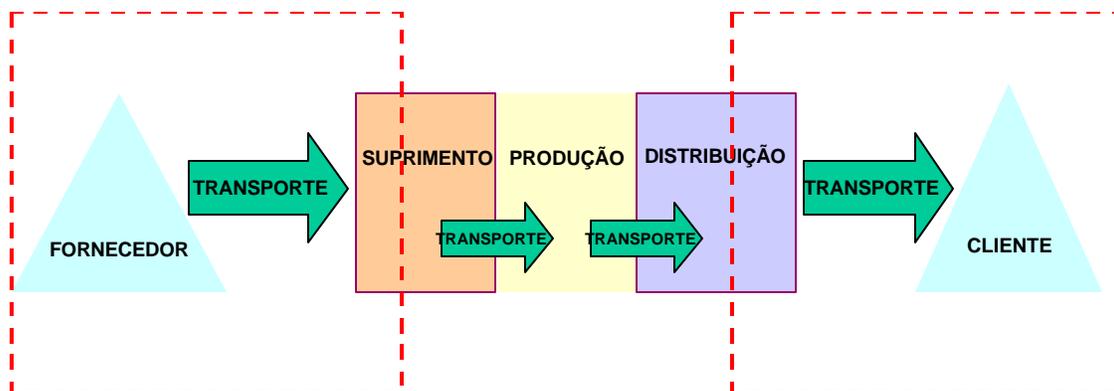
e flutuações do mercado de petróleo e derivados. Para compreender esta abordagem, devemos analisar os enfoques logísticos adotados pelos segmentos de uma cadeia de agregação de valor do petróleo, aqui descritos como empresas de tipos diversos. Estes enfoques dependem da abrangência e do porte da cadeia logística do segmento ou da empresa.

Consideremos primeiramente uma empresa de petróleo realizando somente as operações de exploração e produção de petróleo “upstream”, que adota um enfoque de FORNECEDOR.



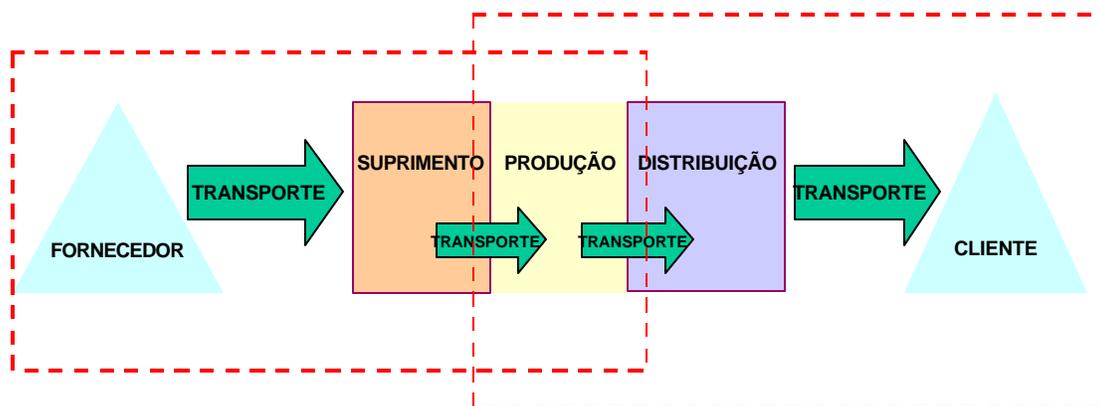
**Figura 7 - Enfoque da Empresa de Upstream**

Este tipo de empresa depende de muitos fornecedores de materiais e serviços para efetivar sua missão de encontrar e produzir petróleo. Tem como seu principal produto o petróleo e conta com relativamente poucos clientes, que serão basicamente empresas de “downstream” da cadeia de petróleo, ou seja refinadores. Procura vender seu produto num ponto próximo ao local de produção, uma vez que seu clientes valorarão seu petróleo primeiramente em função de seu potencial de transformação em derivados e em segundo lugar dos custos logísticos para disponibilizá-lo em suas refinarias. Salvo vantagens mútuas, dificilmente irá pensar em facilidades de entrega do petróleo ao cliente em seu ponto de consumo. Estes aspectos reduzem sua preocupação com distribuição. Como sua produção depende de características geológicas, possui um controle relativamente baixo sobre o fluxo, o que pode implicar em nível de estoque elevado. Portanto, sua competitividade é determinada pela qualidade de seu óleo e sua localização geográfica frente aos clientes.



**Figura 8 - Enfoque da Empresa de Downstream de Grande Porte**

Uma empresa exclusivamente de “downstream” de grande porte, dispondo de várias refinarias e uma extensa rede de transporte e estocagem, adota um enfoque de FORNECEDOR e DISTRIBUIÇÃO. Esta depende de vários fornecedores de petróleo para efetivar sua missão de produzir derivados. Tem uma maior independência na distribuição de derivados, vendendo e entregando seus produtos a muitos clientes espalhados. Tem uma grande preocupação com hegemonia de mercado, concentrando esforços na manutenção de “market-share”. Como possui várias refinarias de características de transformação diversas, conta com um grande perfil de produção, que permite absorver mais facilmente as variações de qualidade, quer dos derivados demandados, quanto dos petróleos adquiridos para processamento. Não existe na realidade, flexibilidade da produção, sendo esta compensada pela extensão da rede e dos meios logísticos que permitam uma melhor alocação dos recursos, sem grande mudança do perfil de derivados produzidos. Sua competitividade é determinada pela capacidade que tem em gerenciar seu amplo perfil produtivo, selecionando as melhores opções de fornecedores de petróleo e clientes de derivados, dentro de sua capacidade logística.



**Figura 9 - Empresa de Downstream de pequeno porte**

Já uma empresa de downstream de pequeno porte, contando com uma ou poucas refinarias, de restrita ação geográfica e dependente da rede de transporte e estocagem de terceiros, adota um enfoque de **INTEGRAÇÃO LOGÍSTICA TOTAL**. Da mesma forma que a de grande porte, tem independência na distribuição de derivados, vendendo e entregando seus produtos a clientes espalhados, com a mesma preocupação com hegemonia de mercado, concentrando esforços na manutenção de “market-share”. No entanto, como não tem muitos ativos de transformação, depende de alguns fornecedores de principais petróleos, porque não pode absorver facilmente as variações de qualidade, quer dos derivados demandados, quer dos petróleos adquiridos para processamento. Logo, requer uma maior flexibilidade da produção e necessita estabelecer parcerias para reduzir custos, garantir suprimento firme dos petróleos de interesse e manter uma fatia de mercado com pouca variação de qualidade e local. Sua competitividade é determinada justamente pela sua capacidade de efetivar as melhores parcerias com fornecedores e prestadores de serviços logísticos, aproveitando ao máximo sua flexibilidade de produção de derivados para conseguir e manter clientes em posições favoráveis.

Concluimos que há ganhos na mudança de uma abordagem segmentada para uma integrada da indústria de petróleo. Em verdade, há indicações diversas que estes já são vislumbrados, face as fusões ocorridas entre grandes empresas nos dois últimos anos. No entanto, esta indústria considera este assunto vital para permitir sua divulgação. Várias pesquisas sobre a visão logística nos negócios em geral tem tido participação ínfima do setor petróleo (Novack et alii, 1998).

De posse destas reflexões, optamos por uma abordagem, para o estudo, que contemple o processo de decisão de investimentos num sistema integrado Upstream/Downstream, podendo ou não ser uma única

empresa, caminhando para 3ª fase da evolução do sistema logístico, com um enfoque de FORNECEDOR e DISTRIBUIÇÃO. Supõe-se a existência de um sistema parcialmente integrado e fortemente dependente em termos logísticos no “downstream”. Pretende-se através de uma análise integrada dos investimentos:

- Transformar as dependências em elos de ligação, fortalecendo a cadeia logística integrada
- Garantir uma flexibilidade de produção coerente com qualidade e quantidade da demanda de derivados
- Garantir uma flexibilidade de produção coerente com qualidade e quantidade dos petróleos disponíveis para os sistema
- Garantir a valorização dos petróleos produzidos internamente ao sistema integrado
- Garantir extensão e otimização da rede e dos meios logísticos disponíveis, visando a redução de custos
- Obter maior competitividade e melhores resultados do sistema integrado

#### 4. Análise de Metodologia de avaliação empresarial em ambiente competitivo

*"Porque com o juízo com que julgardes serei julgados, e com a medida que tiverdes medido vos não de medir a vós." Mateus 7:2*

*"Certamente há um momento em que contabilizar o custo e pagar o preço não são mais pontos a se considerar. Tudo o que importa é o valor – o valor definitivo do que se faz." James Hilton*

Já descrevemos a complexidade da cadeia de agregação de valor da indústria de petróleo, verificando a grande interdependência de seus elos para efetivar sua missão de abastecer seus clientes dentro dos conceitos de logística. Também concluímos que os ganhos tem variado entre seus grandes segmentos - exploração e produção de petróleo (upstream) e a transformação do petróleo e disponibilização dos derivados aos clientes (downstream). Esta variação de ponto de maior lucro tem sido determinada pelo ambiente altamente competitivo e mutável em que o negócio se insere. E este ambiente é função dos seguintes fatores:

- A globalização do mercado de petróleo e derivados
- As alterações de diversas legislações, principalmente ambientais e de defesa do consumidor
- As diferenças de eficiência no desenvolvimento das operações entre as várias empresas
- As decisões de investimento ao longo da cadeia de agregação de valor do petróleo

Logo, vemos que o modo como o negócio é planejado e sua avaliação exercem papel fundamental neste ambiente, nos seus resultados e na partição dos ganhos. Para discutir uma metodologia de decisão de investimento na cadeia logística do petróleo, temos que investigar como vem sendo avaliado o desempenho ao longo do tempo nesta indústria sob vários aspectos:

- Como vem sendo feita
- Como evolui
- Como influencia o negócio
- Qual sua tendência atual

Antes da crise de preços de 1973, praticamente não se encontra na literatura especializada referências a quaisquer sistemas de avaliação em empresas de petróleo. Uma pesquisa nas principais revistas e publicações de interesse da indústria de petróleo, revela que antes de 1973 o foco era principalmente ligado à eficácia das operações, eficácia entendida como capacidade de fazer. Era primordial produzir mais, obter mais petróleo e mais derivados. A maioria dos artigos e títulos são voltados para aspectos técnicos da produção, como especificação de produtos e métodos de aumentar o volume produzido, mas não necessariamente com os mínimos recursos. A preocupação com eficiência, entendida como fazer com o melhor aproveitamento dos recursos disponíveis, era mínima, e fica explicitada pela pequena quantidade de títulos ligados a aspectos como custos ou otimização no aproveitamento dos recursos neste período. Estas constatações caracterizam uma época de crescimento de consumo, onde o atendimento das quantidades demandadas era preponderante e garantia de lucros. Digno de nota, o trabalho dos índices de custos para o refino de petróleo de W. L. Nelson, consagrado como Nelson Index , que vem sendo publicado regularmente na revista Oil & Gas Journal desde de 1959, muito antes da crise de 1973 (Nelson, 1961 e 1966). Também característico de uma atividade em crescimento, na qual proliferavam novos empreendimentos industriais, este índice foi elaborado a partir de custos de investimentos e visava obter um método que permitisse um projeto mais seguro das novas refinarias (Johnston, 1996). Mesmo assim, este trabalho serviu de base para vários estudos sobre eficiência e otimização na indústria de refino nos anos seguintes.

Com a crise de preços ocorre a redução na lucratividade de alguns dos atores deste negócio. Começa um movimento interno às empresas no sentido de recuperar estes ganhos, e fica patente a necessidade de medição do aproveitamento dos recursos utilizados, isto é, a eficiência das operações e de sua melhoria. Assim, passam a ser adotados sistemas de avaliação de desempenho sob os aspectos operacional e econômico que têm variado em função da tendência a uma maior competitividade e às demandas de melhores resultados econômico-financeiros

Classificamos o primeiro sistema de avaliação, como sendo a aplicação dos chamados Indicadores chave de desempenho ou “Key Performance Indicators” (KPI). Este método é oriundo das práticas contábeis de análise de demonstrativos de empresa. Este tipo de análise foi elaborado visando

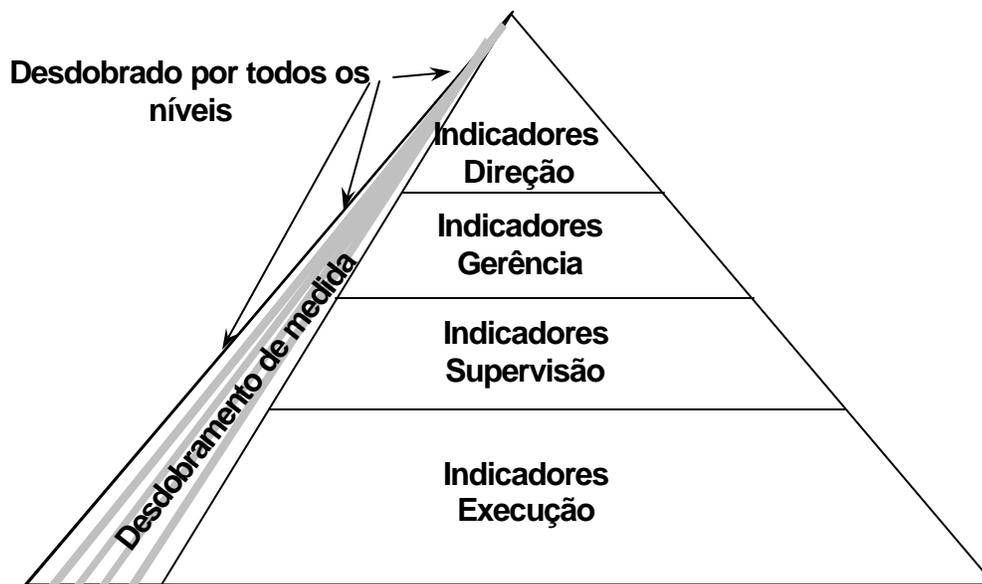
possibilitar uma visão em várias dimensões da “vida” de uma empresa qualquer comparada ao seu histórico e a outras empresas, não necessariamente do mesmo ramo. O objetivo básico era permitir aos potenciais compradores de ações, uma abordagem isenta e consistente de uma empresa, visando subsidiar a decisão de escolha das melhores opções de investimento no mercado acionário. Esta análise envolve a coleta de valores dos balanços e demonstrativos, documentos padronizados e de domínio público, para a obtenção de índices relativos que possibilitassem analisar as conseqüências e efetividade das ações da gerência ao longo de sua existência e compará-las com outras firmas. Sendo o negócio do petróleo, um sistema regido por uma miríade de medições em várias grandezas físicas – temperaturas, massas, volumes, pressões etc – com ordens de grandeza diferentes, a idéia de índices relativos que permitissem comparações foi rapidamente assimilada. É importante deixar claro que este sistema não foi implantado como um método pronto, mas foi sendo incorporado à prática da indústria de petróleo. Com o tempo tornou-se popular e vários indicadores se tornaram consagrados e de uso comum e praticamente obrigatório. Neste caso, podemos citar o custo por barril processado e a margem de refino por barril processado, ambos aplicados a refinarias e sendo atualmente encontrados com freqüência na literatura. Vários trabalhos foram desenvolvidos em torno deste tema e até algumas metodologias de apuração de uma forma mais ordenada e comparável foram estabelecidas, sendo inclusive utilizadas de modo sistematizado por consultorias especializadas (Solomon Ass., 1987 e 1993).

O assim chamado sistema de avaliação através de indicadores chaves de desempenho tem o grande mérito de ter implantado a cultura da medição de desempenho de forma organizada na indústria de petróleo, em particular no refino. Revelou-se um método facilmente adaptável e aplicável a vários aspectos do negócio, que permite diversas maneiras de análise, como:

- Evolutiva – comparação entre dados históricos
- Prospectiva – comparação entre planejado e realizado
- Competitiva – comparação entre concorrentes e determinação das melhores práticas

Os sistemas de qualidade que surgiram posteriormente também agregaram estes conceitos e ratificaram a necessidade de um desdobramento dos índices através de todos os níveis do negócio de modo a

garantir coerência das medições, ações corretivas e preventivas entre si e com a estratégia da empresa. Esta filosofia é ilustrada na figura a seguir.



**Figura 10 - Desdobramento de Indicadores Chave de Desempenho**

Como desde o início, a aplicação destes indicadores foi feita de maneira não sistematizada, ocorreu uma grande proliferação de índices ao longo de toda a cadeia de valor do petróleo. Normalmente, na sua grande maioria são ligados a medição de performance física, como eficiência energética, volumétrica etc. É claro que vários desdobramentos são dedicados a questões econômicas como custos específicos de processamento, manutenção entre outros e os já citados vinculados a uma visão de rentabilidade, como a margem de refino. Programas corporativos voltados para melhoria da qualidade, produtividade e serviços ao cliente têm gerado mais indicadores. Justamente a proliferação e diversidade de tipos de medida é que se tornaram os pontos mais criticáveis do método, uma vez que tornam muito difícil uma avaliação integrada e consistente do negócio. Para se ter uma noção dos efeitos destes dois aspectos, existe uma estatística de algumas grandes empresas de petróleo, que dão conta que havendo 15 indicadores principais no topo da pirâmide, isto é, da direção da empresa, podem existir cerca de 10.000 outros indicadores desdobrados ao longo da estrutura organizacional como um todo. Uma análise coerente de causa e efeito entre as variações destes diversos indicadores e sua correlação com as ações e decisões tomadas é muito complexa ou quase impossível.

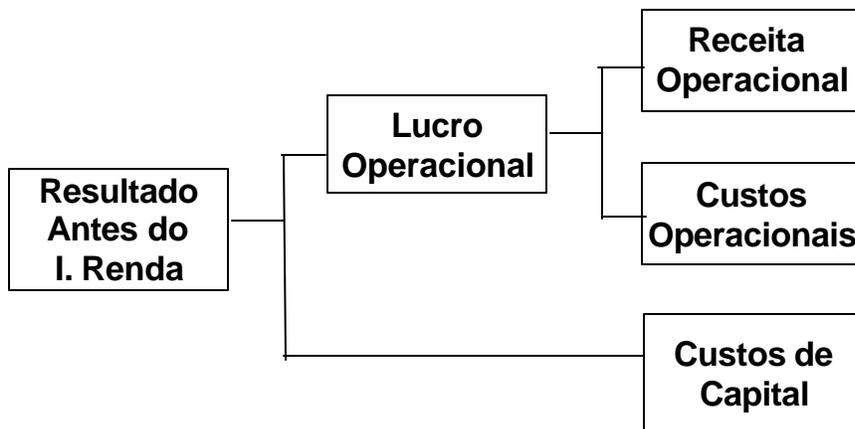
Com o foco cada vez maior em lucratividade e competitividade, houve uma tendência para dar maior valor aos índices econômico-financeiros, sem no entanto abandonar o trabalho já consagrado e assimilado na cultura das organizações dos indicadores chave. A estes somaram então outras medidas baseadas em dados contábeis, objetivando dar aos gestores uma visão mais voltada para o resultado econômico de suas ações e como estas são observadas pelos atores externos ao gerenciamento direto do negócio mas extremamente interessados nestes valores – os acionistas. Entram no quadro de índices anteriores, alguns clássicos da análise contábil de balanço, como:

- lucro por ação
- retorno sobre vendas
- valor patrimonial
- EBITDA (lucro antes de juros, impostos, depreciação e amortização) etc

E outras medidas baseadas em agregação de valor econômico ao negócio:

- Return On Investment (ROI) - retorno sobre investimento
- Return On Capital Employed (ROCE) - retorno sobre capital empregado
- Return On Equity (ROE) - retorno sobre patrimônio líquido
- Market-to-Book – valor de mercado/valor contábil
- Price earnings – ganhos devido à estratégia de preço
- Economic Profit (EP) - lucro econômico
- Discounted Cash Flow (DCF) - fluxo de caixa descontado
- Economic Value Added (EVA) - valor econômico agregado
- Market Value Added (MVA) - valor de mercado agregado
- Value Based Management (VBM) - gerenciamento a base de valor

Com a incorporação destes índices, adotam-se também outras práticas e entre elas a mensuração do valor econômico do negócio (Copeland, 1994). Entre estas está o uso do chamado Diagrama de DuPont ou de Árvore, no qual se desdobra um índice econômico nas suas parcelas constituintes, permitindo a análise da influência de cada uma delas no resultado final, como mostra a figura a seguir.



**Figura 11 - Exemplo de Diagrama de Árvore**

Esta abordagem é aplicável a quaisquer outros tipos de medidas e pode ser desdobrado conforme necessidade de detalhe que se deseje. Este método tem sido utilizado por muitas empresas e já é adotado para análises econômicas em sistemas logísticos (Stock & Lambert, 1992). No entanto, conforme o desdobramento realizado, pode dificultar a avaliação de causas e efeitos, deixando de realçar aspectos relevantes. Outro problema é a possibilidade de aplicação deste método a vários tipos de índices, o que dificulta a efetiva identificação dos ganhos reais ao longo da cadeia logística. Existe a tendência de uma forte predominância dos indicadores financeiros sobre os demais, distorcendo a visão integrada e prejudicando a visão de futuro. Do mesmo modo que os indicadores chave, também pode apresentar uma dissociação entre operacional e estratégia da empresa ou sistema.

A utilização dos conceitos de logística já expostos, ratificará a complexidade e a proliferação de indicadores. Deve-se avaliar um sistema logístico sob várias óticas e como este envolve muitas fronteiras, diversos tipos de desempenho podem ser medidos. A seguir descrevemos um modelo de possíveis pontos e medidas aplicáveis numa cadeia logística integrada.

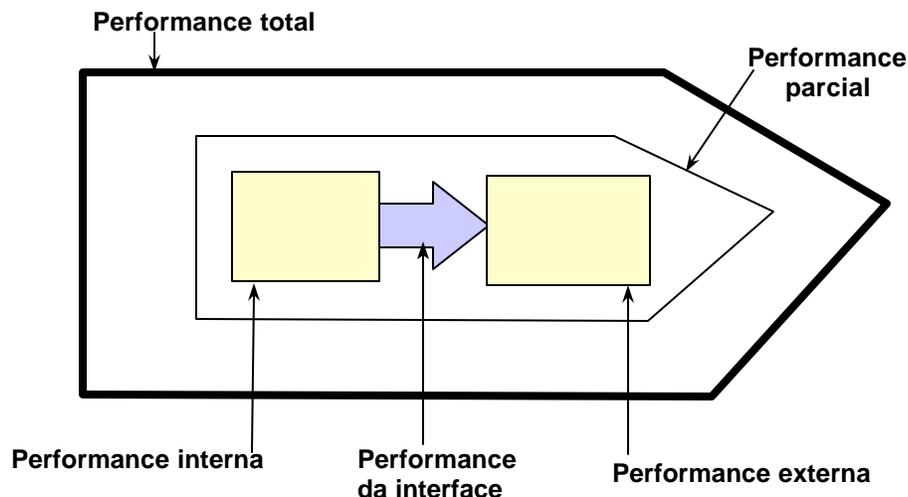


Figura 12 - Pontos de medição numa cadeia logística (Møller, 1994)

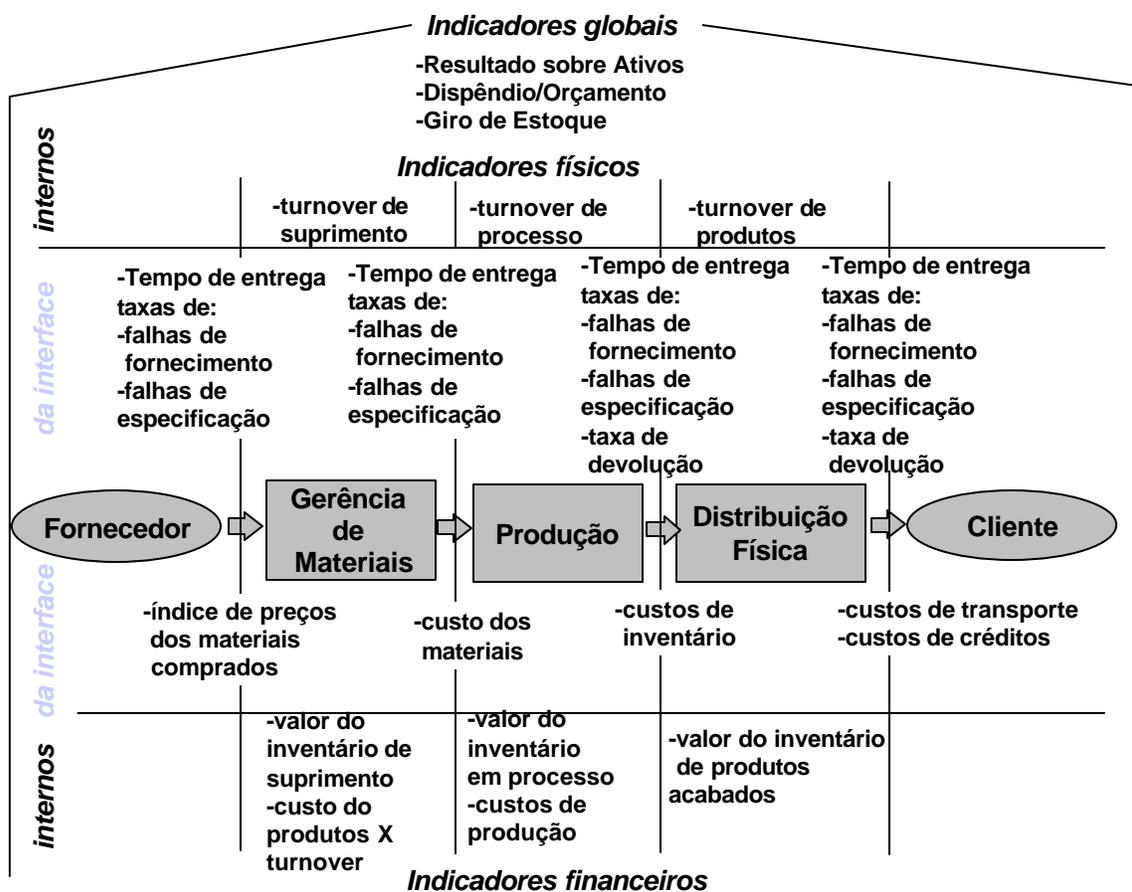
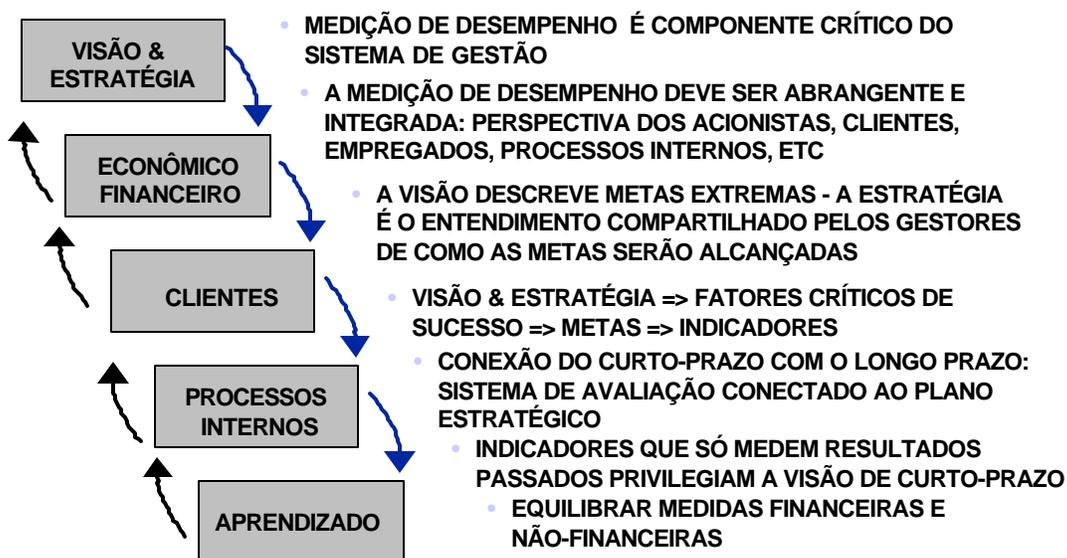


Figura 13 - Tipos de medição aplicáveis a uma cadeia logística (Andersson et alii, 1989)

Concluimos assim que quaisquer sistemas de avaliação conhecidos são baseados em índices e apresentam os mesmos tipos de problemas. No entanto, os executivos reconhecem cada vez mais a necessidade de medição como fator crítico de sucesso. Também sabem que sem indicadores adequados não se consegue o desempenho desejado e que a profusão de indicadores pode conduzir a sub-otimização. Mesmo assim, vários destes sistemas acentuam o desempenho financeiro e operacional sem considerar aspectos importantes como satisfação do cliente e ainda enfocam uma avaliação baseada em dados do passado.

Cientes destas dificuldades, Robert S. Kaplan e David P. Norton desenvolveram ao longo da década de 1980, (Kaplan & Norton, 1992) um conceito de avaliação mais consistente, que buscou complementar os indicadores financeiros e operacionais tradicionais com critérios de medição de desempenho a partir da perspectiva dos clientes, dos processos internos do negócio e do aprendizado e crescimento. Este método permite às companhias acompanhar os resultados operacionais e financeiros, simultaneamente monitorando o progresso na construção da capacitação e aquisição dos recursos intangíveis necessários para o crescimento futuro.



**Figura 14 - Correlações desenvolvidas no Processo do "Balanced Scorecard"**

Nomeado pelos autores como “Balanced Scorecard” ou Painel Equilibrado de Indicadores, esta abordagem obriga os gerentes a focar um conjunto de indicadores mais críticos, num único relatório

em que são realçadas as relações de causa e efeito entre eles. Também pretende ser um método dinâmico, que se renova conforme mudam seus objetivos estratégicos. O Painel Equilibrado de Indicadores (Balanced Scorecard) se concentra em quatro perspectivas diferentes - Clientes, Processos Internos, Econômico-Financeiro e Aprendizado - construídas desde a visão e estratégia da empresa ou cadeia logística como um todo. Isto facilita a integração de metas, pela comunicação da estratégia de cima para abaixo na organização, unindo os processos de negócio, os planos empresariais, operacionais e financeiros dos vários elos da cadeia. O sistema de Painel Equilibrado de Indicadores (Balanced Scorecard) tem se consolidado como a opção de avaliação das empresas. O Gartner Group, uma firma de analistas de negócio, estima que 40% das empresas incluídas na lista das 1000 maiores do Mundo da Revista Fortune terão implantado um sistema destes até o ano 2000.

O desenvolvimento deste sistema é no entanto complexo, passando por várias etapas, descritas resumidamente a seguir:

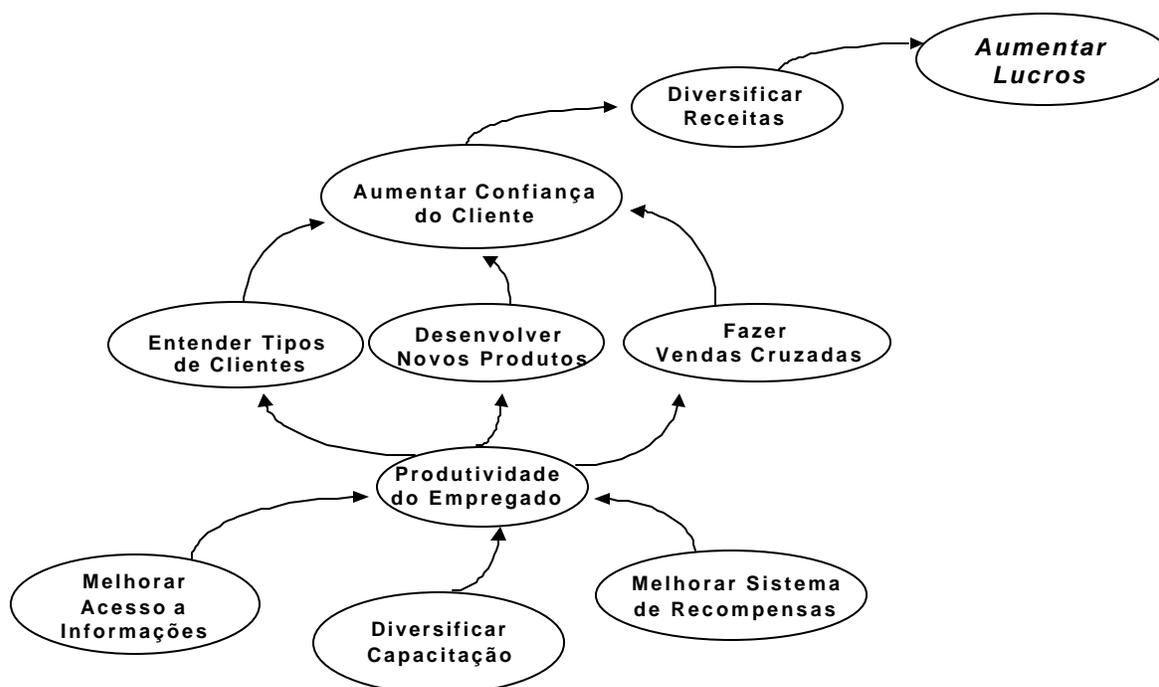
1. Identificar e reconciliar as diferenças na interpretação da estratégia empresarial - objetivos estratégicos
2. Identificar as dimensões críticas do Desempenho Empresarial a serem medidas
3. Identificar os fatores críticos de sucesso em cada dimensão de desempenho
4. Definir ações básicas visando o atingimento dos objetivos estratégicos estabelecidos
5. Elegir indicadores em cada dimensão crítica de desempenho
6. Testar e aperfeiçoar os indicadores
7. Medir o Desempenho Empresarial atual
8. Estabelecer metas para cada indicador
9. Preparar a organização para o desdobramento do Painel Equilibrado de Indicadores

São obtidos neste processo:

- Consenso sobre a estratégia
- Comunicação da estratégia ao longo da cadeia de agregação de valor
- Alinhamento das metas dos elos com a estratégia global

- Vinculação das objetivos estratégicos com os objetivos de curto, médio e longo prazos

Este processo envolve a participação dos gerentes de topo de linha e dos vários atores interessados no negócio, integrando o planejamento estratégico, a identificação e classificação dos objetivos estratégicos, impulsores críticos e metas. A estratégia de uma organização normalmente é articulada ao redor de um diagrama de relações de causa e efeito. Um painel bem construído deve refletir as conexões intrínsecas entre cada aspecto da estratégia e cada dos indicadores escolhidos para a avaliação. Um sub-produto do desenvolvimento do Painel Equilibrado de Indicadores é este diagrama, relacionando estratégia, metas e indicadores.



**Figura 15 - Exemplo de Diagrama de Causa e Efeito do Processo de Desenvolvimento do "Balanced Scorecard"**

Portanto este processo de estruturação é difícil, demorado e trabalhoso (Thornberg, 1997), mas muito proveitoso, ao fim do qual os gerentes passam a contar não só com um quadro coerente do desempenho passado, mas também com uma visão de futuro do sistema integrado e meios para avaliar seu posicionamento em termos de seus objetivos estratégicos. Um sistema de avaliação com estas características parece ser o ideal para os sistemas logísticos integrados, consideradas as necessidades

e potencialidades de medição já descritas. Além disso, a partir das estratégias determinadas para o sistema global, podem ser desdobradas estratégias, indicadores e metas específicas para cada elo da cadeia.

Concluimos este capítulo enfatizando a importância dos gestores buscar resultados da cadeia logística integrada como um todo. E apesar da importância primordial dos indicadores econômicos, o processo de Painel Equilibrado de Indicadores preconiza o equilíbrio entre estas e outros tipos de medidas ligadas a aspectos sociais, ambientais, qualidade, atendimento do cliente etc. Todos estes indicadores devem ser considerados na decisão de investimentos, sendo que os efeitos sobre eles serão influenciados diretamente pelas opções tomadas. Vários destes efeitos não são dedutíveis por cálculo matemático e no entanto devem ser considerados de alguma forma. Como devem os gestores abordar estas influências distintas e tentar ponderá-las no momento da decisão será o objeto de análise do próximo capítulo.

## 5. Análise de Metodologia de Apoio à Decisão Multicritério

*"Nenhuma decisão sensível pode ser tomada levando em conta somente como o Mundo é, mas como ele será..." Isaac Asimov*

*"Nossas dúvidas são traiçoeiras e nos fazem perder as coisas boas que poderíamos ganhar, por temermos arriscar." William Shakespeare*

Já estabelecemos um série de parâmetros para subsidiar a compreensão da cadeia de agregação de valor do petróleo e para efetuar uma avaliação deste negócio, a partir das técnicas mais atuais de medição. Neste ponto devemos abordar a utilização dos conceitos e ferramentas descritos na tomada de decisão de investimentos.

Decidir é uma das tarefas básicas da gestão, sendo que normalmente o processo decisório significa optar entre diversas alternativas viáveis oferecidas. Vários fatores influenciam uma decisão como informações, recursos e tempo disponíveis. No capítulo anterior, ao usar de uma ferramenta de medição de desempenho, estamos explicitando os diversos indicadores e metas que devem ser visadas pelos gestores para balizar estas decisões. Lembramos que estes indicadores podem focar aspectos econômicos, sociais, políticos, ambientais, estéticos, de qualidade, atendimento ao cliente etc. Muitas das metas projetadas destes indicadores podem ser conflitantes entre si e vários são intangíveis ou difíceis de medir a partir de projeções numéricas, como é o caso dos indicadores econômico-financeiros. Citamos neste caso, os indicadores ligados à imagem da empresa, motivação dos empregados, participação e aceitação social etc.

Considerada a complexidade do processo decisório, a importância da decisão de investimento para o resultado conjunto do sistema e as limitações do gestores, parece lógico aplicar uma modelagem para tentar balancear, de modo racional e compreensivo, os vários critérios e aspectos envolvidos. Esta modelagem se caracteriza como um método chamado "Apoio à Decisão Multicritério". Sua intenção é levar à melhor seleção entre as alternativas propostas, ponderando todas as informações e recursos disponíveis e os objetivos desejados, procurando conduzir a decisão que permita obter os melhores resultados. (Bispo & Cazarini, 1998)

Esta modelagem é uma representação simplificada da realidade, mediante a qual procuramos identificar e destacar seus elementos que sejam os mais importantes para a decisão. No processo de modelagem, troca-se a riqueza e abrangência da realidade por poder de análise e capacidade de experimentação.

Os elementos de um modelo são:

- variáveis de controle ou de decisão - sobre as quais podemos atuar para atingir nossos objetivos;
- variáveis de estado ou da natureza - sobre as quais não temos controle, mas que afetam as conseqüências ou resultados de uma decisão;
- estrutura do modelo - no âmbito do nosso estudo, corresponde a equações matemáticas que comprometem as relações no modelo;
- parâmetros - valores numéricos que entram nas equações;
- critérios de decisão ou preferências;
- objetivos ou metas.

As seguintes etapas normalmente são necessárias para elaborar um modelo de apoio a decisão:

- 1) *Formulação* – compreendendo estabelecer a decisão a ser tomada, quais são os objetivos pretendidos, as alternativas disponíveis e quais são incertezas envolvidas.
- 2) *Análise determinística* – através da obtenção de uma função que expresse um valor comparável para as alternativas, eliminação das alternativas fora da realidade, resumo das alternativas redundantes, análise e determinação das variáveis de maior sensibilidade.
- 3) *Análise probabilística* - pela ponderação dos efeitos das incertezas levantadas sobre as variáveis mais sensíveis, elaborando uma análise dos riscos da decisão
- 4) *Avaliação* - Determinar opções para obtenção dos valores ótimos esperados, pela análise da distribuição de risco cumulativo e de sensibilidade, avaliando o valor da informação obtida pelo modelo e conforme o caso rever a partir da formulação (retorno à etapa 1).

Uma modelagem de apoio à decisão deste tipo permite identificar quais variáveis são mais relevantes à decisão, possibilitando a análise de muitas alternativas, acúmulo de conhecimento, facilidade de comunicação e análise de resultados. Estas vantagens são obtidas através da estruturação de um problema complexo sob uma forma mais compreensível e da utilização de programas de computadores

especializados disponíveis mercado. No entanto, uma modelagem abrangente deste tipo pode levar muito tempo para ser executada de primeira vez, demandando um grande envolvimento dos responsáveis pela decisão, no nosso caso os gestores. Além deste problema, a maioria dos programas de computador e métodos de cálculo utilizados são herméticos, dificultando a compreensão e interpretação dos resultados obtidos (Ehrlich, 1996). De qualquer forma, cremos ser este o caminho a ser seguido numa análise tão vital para os resultados de uma cadeia logística. Assim, analisaremos brevemente algumas das metodologias disponíveis de análise multi-critério. Abordaremos três:

- I) Teoria da Utilidade de Multi-atributo - *Multi-Attribute Utility Theory* (MAUT)
- II) Processo de Análise Hierárquica - *Analytic-Hierarchy Process* (AHP)
- III) Apoio a Decisão Multi-critério - *Multi-Criteria Decision Aid* (MCDA)

Na Teoria da Utilidade Multi-atributo (*Multiple Attribute Utility Theory* - MAUT), o valor de uma alternativa  $a_i$  é formado por um conjunto de valores  $(v_{1i}, v_{2i}, \dots, v_{ni})$  onde cada  $v_{ji}$  ( $j=1,2,3,\dots,n$ ) é o valor assumido pela alternativa  $a_i$  em cada um dos  $n$  critérios/atributos, ou apenas atributo. Isto significa que, caso um determinado atributo seja considerado pouco importante diante de outros atributos, ele receberá um peso (valor atribuído) inferior ao peso atribuído àqueles de maior importância. Esta teoria permite a definição de uma função que busca agregar os valores de cada alternativa ( $a_i$ ) classificada em cada atributo, sendo o único método que pretende analisar as interações entre os atributos e as alternativas numa única função. Isto representa que a importância relativa de cada atributo advém do conceito de “taxa de substituição” (trade-off). Assim, o decisor deve identificar uma taxa de substituição de um atributo em relação ao outro.

Assume-se que todos os atributos são comparáveis e que estas taxas de comparação são coerentes entre si e não mutáveis, ou seja se um atributo é de maior relevância para uma alternativa  $a_1$  em relação a outra alternativa  $a_2$ , a ordem de priorização destas alternativas não irá alterar a taxa de comparação entre elas.

Esta Teoria da Utilidade é considerada como a representação das preferências relativas de um indivíduo entre os elementos de um conjunto, usando-se números reais para representá-los. A utilidade é uma expressão quantitativa do valor de satisfação associado a um resultado. Uma função de utilidade

associa os possíveis níveis que uma alternativa pode assumir, com utilidades para os níveis considerados. Uma função de utilidade numérica possuirá informação sobre a intensidade das preferências, enquanto que uma função de utilidade ordinal limita-se a uma lista de classificação, em ordem crescente, das preferências. Poderá trabalhar com somatórios ( $\Sigma$ ) para quantificar os ganhos, em situações onde as alternativas possuam classificações discretas nos atributos. Embora possa ocorrer uma classificação por restrições dentro dos atributos, o número de alternativas e a quantidade de atributos deverão ser discretos e finitos. Necessitando avaliar um conjunto de alternativas, em termos de seus impactos sobre  $n$  atributos, com o objetivo de escolher a melhor alternativa, os impactos são escritos por um vetor  $X_i$ , onde  $i$  varia de 1 até  $n$ . Para mensurarmos as conseqüências de cada alternativa, é criada uma função de densidade de probabilidade  $P$ , onde  $P$  será função de  $X_i$ ,  $\{P(X_1, X_2, \dots, X_n)\}$ , e assim é escrita cada conseqüência possível. A função de utilidade  $U$  será  $U(x) = u(X_1, X_2, \dots, X_n)$ . Através desta função será calculada a utilidade de cada alternativa, e as alternativas podem ser ordenadas. Esta função somente poderá ser utilizada em situações em que as probabilidades ou as relações de preferências sejam conhecidas, ou a solução dos problemas seja determinística. Para realizar este cálculo, utiliza-se a chamada matriz de utilidade, que representa os elementos da decisão estruturada:

- a) Alternativas;
- b) Atributos para avaliação das alternativas;
- c) Pesos que indicam a importância relativa do atributo e da avaliação da utilidade.

**Tabela 6 - Exemplo de Matriz de Utilidade**

<b>Atributo</b>	<b>Peso</b>	<b>Alternativa A</b>	<b>Alternativa B</b>
c1	w1	Ua1	Ub1
c2	w2	Ua2	Ub2
c3	w3	Ua3	Ub3
<b>Função de Utilidade</b>		$\Sigma U_a$	$\Sigma U_b$

Com o intuito de avaliar várias alternativas (A, B, ...), vários atributos são definidos (c1, c2, c3). O decisor considera cada atributo separadamente, atribuindo a sua utilidade relativa. Os pesos dos atributos são então mensurados de forma a expressar a sua importância na visão do decisor. O valor agregado para a utilidade, de cada alternativa, é obtido calculando-se a soma individual do impacto de

cada alternativa sob os pesos para cada atributo. As alternativas são então comparadas com base em sua utilidade total. (Gomes, 1998)

As vantagens deste método são ser teoricamente sólido, sendo baseado somente em cálculo matemático, aplicável a uma grande gama de problemas e preconiza uma fácil identificação de violações de coerência e independência entre atributos e alternativas. Contudo, requer profundo conhecimento e detalhamento das variáveis e suas relações, grande habilidade por parte do usuário para definição das funções de utilidade e conduz a um cálculo muito complexo e que envolve muitas variáveis. Quando uma alternativa complexa tiver de ser avaliada, cada atributo deve ser considerado por vez, visando a facilitar a avaliação e aumentar a consistência do julgamento. Este método nos parece de difícil aceitação pelos gestores de uma empresa sem maiores esclarecimentos e demanda o envolvimento de uma equipe de especialistas para sua utilização.

O Processo ou Método da Análise Hierárquica (AHP - Analytic Hierarchic Process) foi desenvolvido na década de 70, tendo o mesmo propósito do anterior, porém se baseia no estabelecimento de comparações par-a-par entre critérios/atributos considerando características objetivas e subjetivas, segundo uma escala absoluta de valores. Durante o processo de comparações, o menor entre dois elementos A e B é tomado como unitário, e o maior é tomado como um múltiplo daquela unidade. Ao contrário da estrutura anterior, não existe uma taxa de substituição, mas o que prevalece é o julgamento do decisor frente a duas alternativas. Para a construção da ordem de preferência de atributos e alternativas, é utilizado o conceito matemático de autovetores e autovalores, que induzem ao surgimento de inconsistências durante o processo de comparações par-a-par. Comparações paritárias são utilizadas porque o objetivo no AHP é derivar uma escala de valores relativos, recaindo-se assim em redundância de comparações. Propõe-se a lidar com problemas complexos, não estruturados. De acordo com o autor (Saaty, 1991), este modelo deve “incluir e medir todos os fatores importantes, qualitativa e quantitativamente mensuráveis, sejam eles tangíveis ou intangíveis”. Deve também considerar “as diferenças e os conflitos de opiniões como nos casos da vida real”. Basicamente, o modelo trata da “decomposição por hierarquias e síntese pela identificação de relações através de escolha consciente”. Visa a obtenção de escalas de medidas para fenômenos desestruturados nas atividades econômicas, sociais e gerenciais, usando julgamentos comparativos de pares de fatores,

estudando sua consistência e sua validade. O sistema, para ser modelado, é considerado em termos de sua estrutura e de sua função. Conforme Saaty, “uma hierarquia é uma abstração da estrutura de um sistema para estudar as interações funcionais de seus componentes e seus impactos no sistema total”.

O método proposto tenta responder duas questões:

- Como estruturar hierarquicamente as funções de um sistema?
- Como medir os impactos de cada elemento na hierarquia?

O método da análise hierárquica trabalha com autovalores nas comparações paritárias, permitindo que seja ajustada “uma escala numérica, em especial em áreas novas em que medidas e comparações qualitativas sejam ainda inexistentes”. É o método matemático mais simples de todos os considerados e que devido à comparação dois a dois permite maior compreensão pelo decisor, sendo o mais difundido e aplicado para apoio à decisão atualmente nas empresas. Após a hierarquização do problema, inicia-se a fase de avaliação com a comparação par a par, entre os atributos, e também entre as alternativas. Por meio desta comparação serão determinadas as importâncias relativas de cada atributo e alternativa, também conhecidas como pesos. As comparações devem ser feitas segundo a seguinte escala de julgamentos descrita na tabela a seguir.

**Tabela 7 - Escala de julgamento de importância do método AHP**

Intensidade de Importância	Definição	Explicação
1	Importância igual	Duas atividades ou alternativas contribuem igualmente para o objetivo.
3	Importância fraca de uma sobre a outra	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação a outra.
5	Importância forte	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação a outra.
7	Importância muito forte	Uma atividade é fortemente favorecida em relação a outra e sua dominância é demonstrada na prática.
9	Importância absoluta	A evidência favorecendo uma atividade em relação a outra é do mais alto grau de certeza.
2,4,6,8	Valores intermediários entre dois julgamentos adjacentes	Quando é necessária uma condição de compromisso.
Recíprocos	Se a atividade i tem uma das intensidades de importância ou de preferência de 1 a 9 quando comparada com a atividade j, então j tem o valor recíproco quando comparado com i.	

Esta escala foi construída partindo-se do princípio de que a percepção humana não consegue distinguir mais do que sete (mais ou menos dois) níveis diferentes de julgamento. Desta forma são obtidas várias matrizes recíprocas e positivas, cujo conteúdo são os julgamentos dos analistas, seguindo uma escala pré-definida de valores, simbolizando uma preferência relativa entre as alternativas para aquele atributo. Após o preenchimento completo destas matrizes, o analista terá feito  $n(n-1)/2$  comparações par a par, onde  $n$  é número de alternativas envolvidas no problema. Esta metodologia também deve ser aplicada para a definição dos pesos dos atributos utilizados, em todos os seus níveis, mas neste caso os pesos são pré-estabelecidos junto com a definição de atributos de julgamento. De posse das importâncias relativas dos atributos é testada a integridade destes julgamentos, calculada por uma razão de consistência. Caso a razão de consistência seja maior que 0,10, o decisor ou grupo de decisores é encorajado a rever seus julgamentos, buscando torná-los consistentes. Essa consistência é atingida com um valor menor ou igual a 0,10. A ordenação final é obtida pela soma ponderada das preferências de cada alternativa pelo peso de cada atributo. (Saaty, 1991)

Este método também é teoricamente sólido por se basear em cálculo matemático e é aplicável a uma grande gama de problemas. Permite ainda de maneira rápida a identificação e correção de inconsistências do julgamento inicial. Apresenta a grande vantagem de considerar o conhecimento dos decisores sobre o tema e o processo de decisão ser tão importante quanto os dados e cálculos numéricos. O grande problema do uso deste método é o desenvolvimento de uma análise estratégica e coerente do sistema e do cenário de decisão, podendo exigir sucessivas revisões para ser consistido, principalmente se vários decisores participarem do processo.

O método de Apoio a Decisão Multi-Critérios - Multi-Criteria Decision Aid (MCDA) pode ser visto como um critério de oposição às escalas numéricas do AHP. Seus adeptos observam que alguns tipos de comparação por meio da relação numérica são totalmente desprovidos de interpretação racional. Ou seja, seria muito difícil discernir alguma efetiva distinção entre uma classificação 3 ou 5 de acordo com a tabela de julgamentos do AHP. A partir dessa observação, a proposta é que a função de um método destes seja de mero apoio às decisões, dentro das limitações de propósitos mais modestos, de acordo com uma classificação dos propósitos:

- (a) Encontrar um subconjunto de alternativas tão restrito quanto possível (o ideal é uma só), procurando identificar a solução ótima. Se esta não for encontrada, então que o seja pelo menos um subconjunto de soluções satisfatórias. O intuito é conduzir à escolha de uma alternativa vencedora, como o fazem modelos normativos como o MAUT e o AHP. Diferentemente deste dois no entanto não gera uma lista priorizada
- (b) Classificar as alternativas em categorias predefinidas (do tipo: aceita, rejeita, põe de lado para reconsiderações futuras);
- (c) Caso possível, ordenar as classes e, dentro destas, as alternativas;
- (d) Descrever as conseqüências das alternativas, sem tentar classificá-las. O intuito é ajudar o decisor a melhor entender o problema da decisão. Isto seria comparável a uma análise de cenários, sensibilidade e de simulações.

Este método também parte de um processo de decomposição hierárquica e as preferências dentro de cada atributo são estabelecidas por comparações aos pares, como no AHP. Entretanto, no MCDA, as preferências dentro de cada critério são estabelecidas por um pseudo-critério, que visa simplesmente acomodar relações fortes e relações fracas. A seguir descrevemos um processo de estabelecimento de importâncias e de preferências.

Para cada critério/atributo, utilizam-se medidas originais de desempenho ou uma escala qualitativa qualquer (melhor, pior etc), ou ainda uma função de utilidade  $u$  para o critério/atributo  $C_i$ . As alternativas são comparadas, aos pares, para cada critério. Para cada critério  $C_i$  são estabelecidos limiares, que podem ser medidos em termos absolutos ou relativos:

- limiar de indiferença  $p_i$
- limiar de preferência  $q_i$
- limiar de veto  $v_i$ ;
- limiar de comparabilidade  $r_i$

Estes limiares podem corresponder a limites estritos (tipo menor ou maior) ou aceitar a igualdade. Para facilitar a notação, vamos mostrar apenas o caso estrito. Para um critério, vamos apresentar as possíveis relações (preferências) entre duas alternativas,  $a$  e  $b$ .

- Relação *R*: *a* e *b* somente podem ser comparáveis se  $[u(a) - u(b)] < r$ . Caso contrário, não são comparáveis, por pertencerem a classes diferentes; seriam alternativas de atributos muito díspares. Notação:  $aRb$ . Se  $aRb$ , então  $bRa$ . A relação  $aRa$  é impossível. O limiar *r* pode ser diretamente em unidades mensuráveis (ou da correspondente utilidade), ou um múltiplo de  $u(a)$ , ou um múltiplo de  $u(b)$ .
- Condição *V*. para continuarem no processo, *a* e *b* não podem infringir o limiar de veto *v*:  
 $u(a) > v$  e  $u(b) > v$       Novamente, dependendo de cada situação, *v* pode ser medido em termos absolutos ou relativos. Em caso de infração, a alternativa é totalmente desclassificada do processo de seleção.
- Relação *I*: *a* é indiferente a *b* se a diferença é pequena:  $aIb$  se  $[u(a) - u(b)] < p$ . Novamente, *p* pode ter uma medida absoluta. Entretanto, são importantes os casos em que *p* é uma proporção de  $u(a)$  ou de  $u(b)$ , em razão dos distintos modos de se definir o limiar *p* e também porque a diferença pode ser estabelecida em valor absoluto.      Sempre  $aIa$ , por outro lado, se  $aIb$  então  $bIa$  se o limiar *p* for fixo. Em alguns métodos, o limite *p* depende da direção da proposição e a simetria pode não ocorrer.
- Relação *P*: *a* é preferível a *b* se a diferença é significativa:  $aPb$  se  $[u(a) - u(b)] > q$ . Dado  $aPb$ , quando o limiar for *q* fixo, não pode ocorrer  $bPa$ . Entretanto, alguns métodos utilizam limiares que dependem da direção da proposição.
- Relação *Q*: *a* é fracamente preferível a *b* se a diferença estiver entre as duas acima:  
 $aQb$  se  $q < [u(a) - u(b)] < p$  Dado  $aQb$ , quando os limiares *p* e *q* são fixos não pode ocorrer  $bQa$ . Entretanto, alguns métodos utilizam limiares que dependem da direção da proposição.

A razão para a construção dessa estrutura de comparações baseia-se na dificuldade de um decisor estabelecer uma função de utilidade contínua e precisa. Como referido, quando os limiares são especificados em termos relativos (em oposição a valores absolutos), as relações resultantes entre alternativas, para o critério em análise, podem ser diferentes se os limiares forem calculados em relação a  $u(a)$  ou a  $u(b)$ .

As alternativas são então comparadas aos pares para promover um processo de desclassificação. Na sua definição mais geral, uma alternativa  $a$  desclassifica outra alternativa,  $b$ , notação  $aSb$ , se, na opinião do decisor, houver suficiente evidência para efetuar esta desclassificação. Do processo de comparação, aos pares, de todas as alternativas, resultam classes. Dentro de uma mesma classe estão tanto alternativas que não se desclassificam entre si como as que se desclassificam mutuamente, e que, portanto, continuam comparáveis. As alternativas que não passaram pelo limiar do veto foram totalmente desclassificadas do processo. Entretanto, assim que uma alternativa é desclassificada por  $aSb$ , sem que  $bSa$  ou por  $aRb$ , não comparável, origina-se outra classe. A esta, virão se agregar as alternativas que não desclassificam as de mesma classe e também as que não são desclassificadas por estas últimas. A ordenação das alternativas dentro de uma classe também é feita aos pares e pode resultar em pontos, segundo diversos processos de comparação, através dos seguintes passos:

- comparando todos os critérios, cada alternativa ganha um ponto por relação P e meio ponto (ou outra proporção) por relação Q. A ordenação é feita pela soma dos pontos obtidos em cada alternativa dentro de cada classe;
- os pontos acima são ponderados por índices de importância  $k$ , do correspondente critério. (Ehrlich, 1996)

Este método tem a vantagem de ser aplicável a variáveis puramente qualitativas e pode ser utilizado para análises preliminares de outros métodos. No entanto, apesar de ter como proposta ser uma alternativa ao AHP, também demanda uma análise hierárquica prévia e se utiliza da mesma comparação aos pares, gerando um grande número de julgamentos. Diferentemente do AHP, somente indica uma melhor opção num certo cenário, mas não uma priorização. Como pretende ser basicamente qualitativo, conforme definições iniciais de variáveis e critérios, pode ser muito complexo e conduzir a incoerências difíceis de serem identificadas.

Poderíamos descrever vários outros métodos de apoio à decisão multi-critério, todos suportados por embasamento teórico e programas de computador específicos. Contudo, a maioria deles apresenta características e requisitos semelhantes aos três aqui citados. Podemos resumir estes aspectos na seguintes tabela:

Tabela 8 - Comparação entre métodos multicritério

<b>Características dos Métodos</b>	<b>MAUT</b>	<b>AHP</b>	<b>MCDA</b>
<b>Análise prévia</b>	Detalhamento das variáveis e suas relações	Análise hierárquica do problema	Análise hierárquica do problema
<b>Expressão comparativa</b>	Função de utilidade (trade off) entre atributos	Comparação quantitativa dois a dois entre atributos	Comparação qualitativa dois a dois entre atributos
<b>Comparação das alternativas</b>	Cálculo matemático	Cálculo matemático	Lógica
<b>Resultado</b>	Lista priorizada de alternativas	Lista priorizada de alternativas	Melhor alternativa

Vários autores tem discutido os métodos de decisão multicritério e a Análise Hierárquica de Processos tem sido efetivamente a preferida e mais utilizada na análise de projetos (Rego, 1997 e Gartner, 1997). Também tem se revelado a mais popular entre as grandes empresas, merecendo destaque até na imprensa não especializada (Palmer, 1999). Mesmo entre os pesquisadores que buscam outras opções mais precisas, se sobressai na comparação com os outros métodos nos critérios técnico, psicológico e lógico (Salomon, 1997). Curiosamente, e talvez não por acaso, encontramos em nossa pesquisa uma referência que liga diretamente o processo de medição de desempenho ao Método de Análise Hierárquica (Carvalho, 1997) visando a manutenção de coerência da avaliação com as estratégias e decisões numa universidade.

Por todos estes motivos, optamos pela utilização do Método de Análise Hierárquica para nortear o processo de decisão sobre priorização de investimentos numa cadeia logística integrada.

## 6. Proposição e Aplicação de Metodologia de Apoio à Decisão de Investimentos num sistema logístico integrado - Exemplo num negócio de petróleo

*"Tome um método e tente. Se falhar, admita francamente e tente outro. Mas acima de tudo tente algo. " Franklin D. Roosevelt*

*"Por três métodos se pode adquirir conhecimento – primeiro pela reflexão, que é o mais nobre, segundo pela imitação, que é o mais fácil e o terceiro que é pela experimentação, que é o mais difícil" Confúcio*

Resumimos as principais conclusões que chegamos até este ponto:

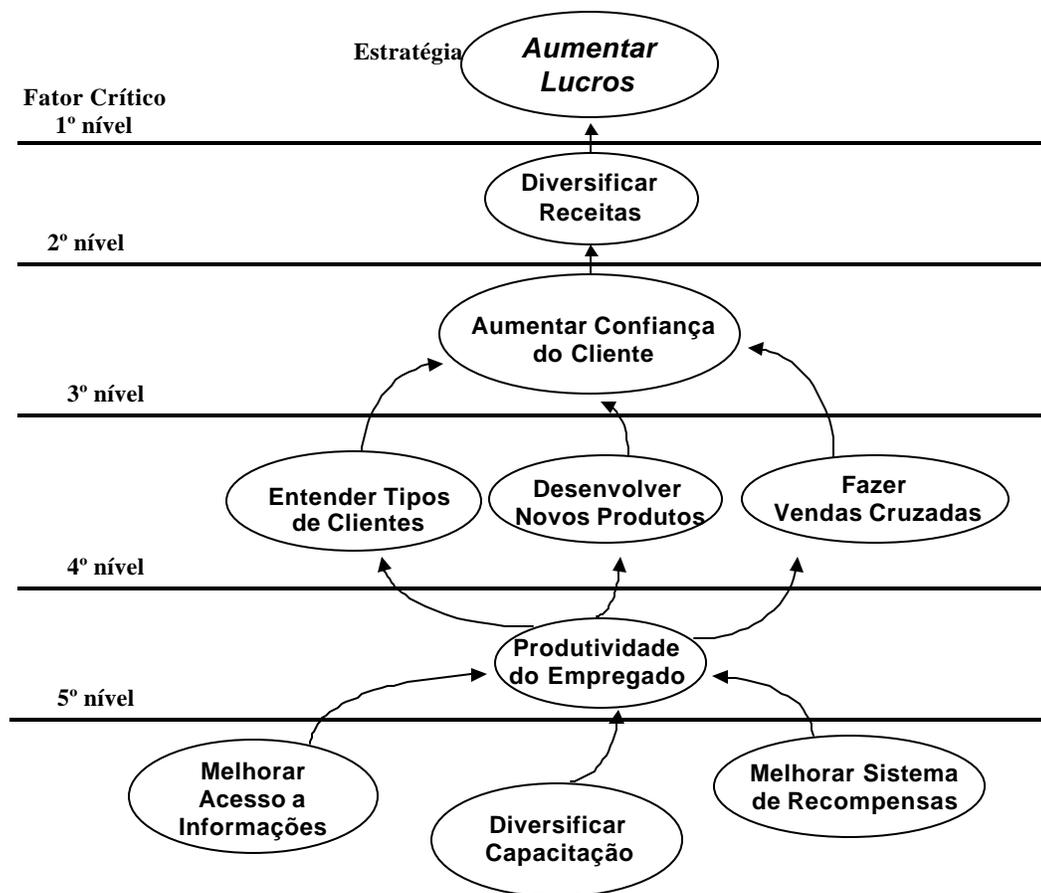
- Existem ganhos significativos na abordagem estratégica da indústria de petróleo como uma cadeia logística integrada.
- Um processo de avaliação de desempenho, que busque coerência entre estratégia e ações numa cadeia logística integrada, conduz à existência de vários critérios para sua mensuração.
- As decisões dos gestores influenciam decisivamente o desempenho e a evolução da cadeia logística integrada.
- Apesar da importância dos indicadores econômicos, o equilíbrio entre estes e outros tipos de medidas (sociais, ambientais, qualidade, atendimento do cliente etc) é fundamental para atingir os objetivos estratégicos da cadeia integrada.
- O método do "Balanced Scorecard" ou Painel Equilibrado de Indicadores é o mais utilizado e tem sido a opção na indústria de petróleo na busca de coerência estratégica e equilíbrio na medição.
- Todos estes indicadores devem ser considerados nas decisões, sendo que os efeitos sobre eles serão influenciados diretamente pelas opções tomadas. Estes efeitos não são diretamente dedutíveis por cálculo matemático e no entanto devem ser considerados de alguma forma.
- As decisões de investimentos numa cadeia logística integrada devem utilizar estes diversos critérios para garantir o desempenho e os ganhos pretendidos.
- Os gestores devem abordar estas influências distintas e tentar ponderá-las no momento da decisão.
- O Método de Análise Hierárquica tem sido o mais utilizado na análise de projetos e é a opção neste estudo.

Assim, estamos propondo a conjugação do trabalho de desenvolvimento do “Balanced Scorecard” (daqui por diante simplesmente BSC) para consolidar critérios e índices, como a análise prévia necessária à utilização do método de Análise Hierárquica (daqui por diante simplesmente AHP) para priorizar investimentos no sistema logístico integrado.

Para utilização do AHP, são necessários os seguintes dados básicos:

1. Matriz de Comparação de Critérios
2. Matrizes de Comparação das Alternativas entre si, face a cada um dos critérios

Começamos definindo os critérios. A partir do BSC, são estabelecidos quais indicadores são mais relevantes para a cadeia logística integrada e que serão utilizados na avaliação de desempenho. São estes indicadores, os critérios que devem ser utilizados nas decisões sobre investimentos, uma vez que os efeitos destes investimentos serão sentidos nos mesmos. Ora, no processo de desenvolvimento do BSC, os indicadores são gerados a partir de análises que são resumidas em diagramas de causa e efeito, que correlacionam estratégias, metas, fatores críticos de sucesso e indicadores. No processo do BSC, visões e estratégias são utilizadas como base para estabelecimento de fatores críticos de sucesso. Os fatores críticos de sucesso são desenvolvidos a partir de cada estratégia e avaliados quanto ao seu impacto no alcance das metas desejadas. Esta análise de impacto não gera uma escala de valor relativo entre os fatores, mas os de maior impacto são relacionados através de um diagrama causa e efeito para avaliar o grau de influência deste com a estratégia pretendida. A partir das estratégias, também são desenvolvidos os possíveis indicadores a serem usados. O cruzamento do grau de influência dos fatores críticos no diagrama de causa e efeito com os possíveis indicadores conduz a seleção dos indicadores mais adequados. Estes indicadores são agrupados dentro de cada uma das dimensões de medição – Financeira, Satisfação de Clientes, Processo e Crescimento e Inovação. Como além de definir os critérios, precisamos de uma matriz de comparação entre eles, podemos tentar extrair da relação entre os diagramas causa e efeito e os indicadores, uma escala comparativa entre estes últimos. Para obter esta matriz, devemos redesenhar o diagrama causa e efeito, transformando-o numa estrutura hierárquica, determinando níveis de influência entre os fatores e as estratégias consideradas. Como exemplo, tomamos o diagrama causa e efeito da figura 15 e o redesenhamos abaixo dentro da proposta.



**Figura 16 - Diagrama Causa e Efeito Hierarquizado**

Observando este diagrama redesenhado, podemos dizer que os indicadores ligados diretamente ao fator crítico “Aumentar lucros” são mais importantes do que os indicadores ligados ao “Desenvolver Novos Produtos”. Esta relação em princípio, é somente qualitativa, mas postulamos que o número de níveis de diferença no diagrama de causa e efeito pode ser tomado como um peso de comparação. Assim, retomando o mesmo exemplo, indicadores ligados a “Aumentar lucros” teriam uma importância 3 vezes maior que os indicadores ligados a “Desenvolver Novos Produtos”, porque o primeiro está três níveis acima do segundo no diagrama.

Assim, de posse da documentação ou durante o processo de desenvolvimento do BSC, podemos estabelecer a matriz de comparação dos critérios necessária ao AHP, se estabelecermos uma regra simples e biunívoca entre as diferenças de níveis nos diagramas de causa e efeito do BSC e a escala de comparação do AHP, como a seguir:

**Tabela 9 - Relação entre Níveis no Diagrama Causa e Efeito X Escala AHP**

Diferença de nível no BSC	Escala de comparação do AHP
0	1
1	3
2	5
3	7
4	9

Desta maneira podemos correlacionar de modo direto as análises do BSC ao AHP, inferindo que os critérios necessários ao AHP são os indicadores apontados pelo BSC, gerando ao mesmo tempo a Matriz de Comparação destes critérios. Na geração desta matriz e no cálculo das correlações entre os indicadores do BSC, o método do AHP permite verificar a consistência da priorização de indicadores assim obtida, que certamente é uma informação importante para a ratificação da consistência do processo do BSC. A regra de inferência para geração da matriz básica de comparações dos critérios obtidas do BSC está descrita no Anexo 1 e o tratamento matemático necessário à obtenção do vetor ou lista de prioridades pelo método AHP, no Anexo 2. O produto deste processo é um vetor ou lista de prioridades dos critérios, que espelha a importância relativa dos indicadores de acordo com o processo do BSC. Portanto, doravante, os critérios utilizados para a aplicação do método AHP serão os indicadores do BSC, aos quais nos referiremos somente como indicadores. Da mesma forma, as alternativas ou opções a serem priorizadas, serão os projetos de investimento, aos quais nos referiremos somente como projetos.

Nem todos os indicadores definidos no processo do BSC precisam ser utilizados numa priorização de investimentos. É necessária a escolha dos indicadores significativos pelos decisores e basta desconsiderar estes indicadores na aplicação da dedução da Matriz de Comparação de Indicadores.

Selecionados os indicadores, devem ser separados em dois grupos – quantitativos e qualitativos. Os chamados quantitativos abrangem aqueles que são calculados através das projeções numéricas dos projetos, i.e. balanços materiais, estimativas de demanda de mercado, fluxos de caixa, estudos econômicos etc. Para obter uma priorização dentro destes indicadores quantitativos, os projetos devem transformados num vetor de prioridades normalizado, pela divisão de cada um dos valores individuais

pelo somatório de todos, conforme o exemplo das tabelas 10 e 11. Este procedimento gera uma lista priorizada, que pode ser interpretada da seguinte forma:

- Pelo indicador de ROA - Retorno sobre Ativos, o Projeto #1 é o de maior prioridade com peso 0,185, seguido pelo Projeto #7, com peso 0,162 etc.

Para cada um dos indicadores quantitativos estes vetores devem ser gerados e já são a consolidação de prioridades das Matrizes de Comparação das Alternativas para estes indicadores.

**Tabela 10 - Exemplo de Geração de Vetor de Prioridades por Indicador Quantitativo**

	<b>ROA %</b> Retorno sobre Ativos	<b>ROA Normalizado</b>
Projeto #1	17,077	0,185
Projeto #2	5,173	0,056
Projeto #3	11,121	0,121
Projeto #4	8,863	0,096
Projeto #5	4,052	0,044
Projeto #6	8,168	0,089
Projeto #7	14,923	0,162
Projeto #8	8,286	0,090
Projeto #9	7,655	0,083
Projeto #10	6,890	0,075
	92,209	

**Tabela 11 - Vetor de Prioridades da Tabela 10**

	<b>ROA %</b>	<b>ROA Normalizado</b>
Projeto #1	17,077	0,185
Projeto #7	14,923	0,162
Projeto #3	11,121	0,121
Projeto #4	8,863	0,096
Projeto #8	8,286	0,090
Projeto #6	8,168	0,089
Projeto #9	7,655	0,083
Projeto #10	6,890	0,075
Projeto #2	5,173	0,056
Projeto #5	4,052	0,044
	92,209	

Para gerar vetores de prioridades dos projetos utilizando os indicadores chamados qualitativos, no entanto, o processo não é tão simples, uma vez que não estão disponíveis os valores numéricos básicos

para proceder uma comparação conforme no caso dos quantitativos. Neste ponto é necessária novamente a opinião dos decisores sobre a sua expectativa em relação ao desempenho dos projetos entre si quanto a estes indicadores. Mais uma vez, utiliza-se a abordagem do método AHP, com a comparação aos pares dos projetos e sua classificação 1,3,5,7 e 9. Assim, os decisores ou especialistas de cada área de conhecimento relacionada devem gerar uma série de Matrizes de Comparação das Alternativas para cada um destes indicadores. Seguindo o método descrito no Anexo 2, obtém-se uma nova série de vetores ou listas de prioridades. Todos os vetores de prioridades obtidos para os indicadores quantitativos e qualitativos devem ser agrupados numa única matriz tendo como colunas os indicadores e linhas os projetos. Esta matriz é normalizada por coluna, ou seja, o somatório de cada coluna iguala 1.

Agora dispomos de duas matrizes:

- vetor de prioridades dos indicadores a partir do BSC selecionados para serem utilizados na priorização e
- Uma matriz dos projetos com sua comparação para cada um dos indicadores do vetor anterior.

**Tabela 12 - Exemplo das Matrizes obtidas neste ponto do método**

<b>Vetor de Prioridades dos Indicadores</b>		<b>Matriz de Comparação de Prioridades dos Projetos por Indicador</b>						
	Prioridades	Indicador 1	Indicador 2	Indicador 3	Indicador 4	Indicador 5		Indicador n
Indicador 1	0,114	Projeto #1	0,011	0,124	0,052	0,078	0,033	0,066
Indicador 2	0,140	Projeto #2	0,122	0,207	0,027	0,013	0,061	0,028
Indicador 3	0,014	Projeto #3	0,204	0,005	0,079	0,208	0,092	0,082
Indicador 4	0,285	Projeto #4	0,173	0,211	0,184	0,035	0,165	0,005
Indicador 5	0,247	Projeto #5	0,047	0,038	0,181	0,028	0,038	0,183
		Projeto #6	0,128	0,049	0,117	0,115	0,189	0,159
Indicador n	0,200	Projeto #7	0,104	0,070	0,009	0,163	0,047	0,117
		Projeto #8	0,058	0,054	0,057	0,005	0,141	0,119
		Projeto #9	0,099	0,069	0,088	0,179	0,203	0,162
		Projeto #10	0,056	0,172	0,207	0,177	0,030	0,080

O que nos falta é a obtenção de uma lista única priorizada dos projetos sob a ótica conjunta de todos os indicadores. Pelo método AHP, esta é obtida pela multiplicação destas duas matrizes, que é possível

uma vez que o número de colunas da Matriz de Comparação de Prioridades dos Projetos por Indicador é o mesmo número de linhas do Vetor de Prioridades dos Indicadores. Desse modo, através de um processo matemático, obtém-se uma lista priorizada e ponderada dos projetos, a partir dos indicadores desejados do BSC.

Para poder analisar o método proposto, ele será utilizado a partir dos dados de um estudo de BSC executado num sistema de petróleo integrado, composto por um grupo de empresas que atuam com estratégia unificada, conforme proposto no capítulo 3. Devido à confidencialidade das informações necessárias ao trabalho aqui proposto, os dados apresentados são apenas um simulacro de estudos reais. Mesmo assim, os resultados do estudo guardam a similitude daqueles obtidos a partir dos estudos reais.

O processo de desenvolvimento do BSC deste grupo levou à seleção dos seguintes objetivos estratégicos:

- Alcançar retorno de capital compatível com expectativas do mercado
- Garantir o crescimento da empresa a longo prazo
- Transmitir claro compromisso com a segurança e o meio ambiente
- Assegurar o cumprimento da política da qualidade

Estes objetivos não foram ordenados entre si, aliás nem é intenção do BSC estabelecer este tipo de ordenação, uma vez que pretende estabelecer um equilíbrio entre as diversas estratégias e medições relevantes para o negócio, que são consideradas de mesma importância. Dentro destes objetivos estratégicos, foram estabelecidos fatores críticos de sucesso e correlacionados em quatro diagramas causa e efeito, apresentados nas figuras 17 a 20. Destes fatores críticos é que foram derivados os indicadores apresentados na Tabela 13. Por esta correlação entre fatores críticos e indicadores é que podemos deduzir o vetor de prioridades dos indicadores. Para proceder à comparação dos indicadores dentro da parametrização sugerida na Tabela 9, redesenhámos nas figuras 21 a 24, os diagramas das figuras 17 a 20, de modo que fossem realçados os diferentes níveis de influência dos fatores e seus respectivos indicadores, ao lado.

Figura 17 - Diagramas Causa e Efeito entre Objetivos Estratégicos e Fatores do Estudo 1

1. Alcançar retorno de capital compatível com expectativas do mercado.

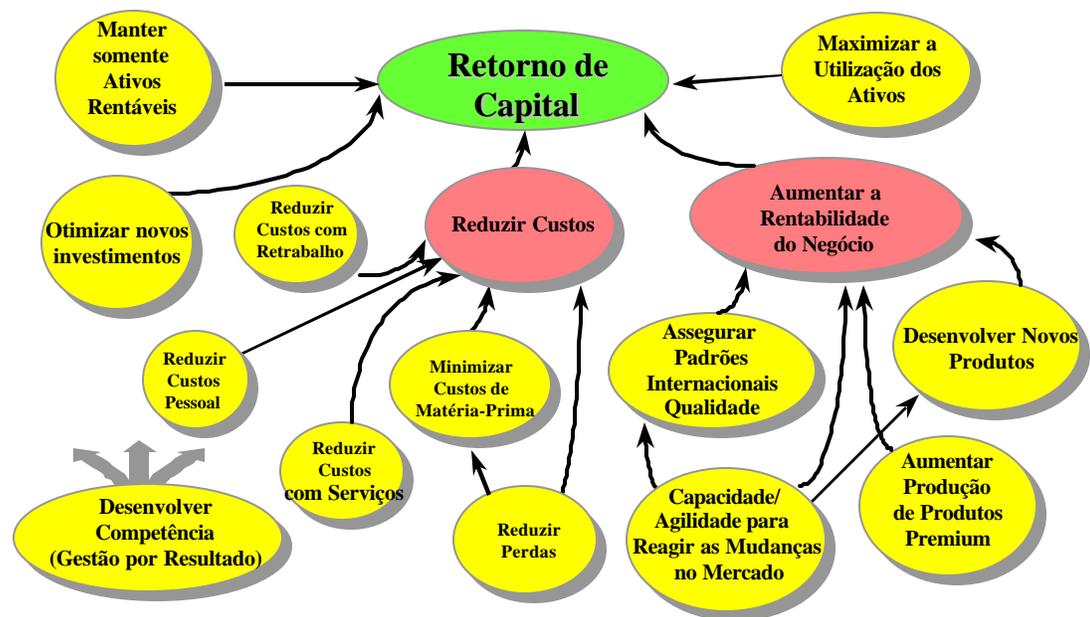


Figura 18 - Diagramas Causa e Efeito entre Objetivos Estratégicos e Fatores do Estudo 2

2. Garantir o crescimento da empresa a longo prazo.

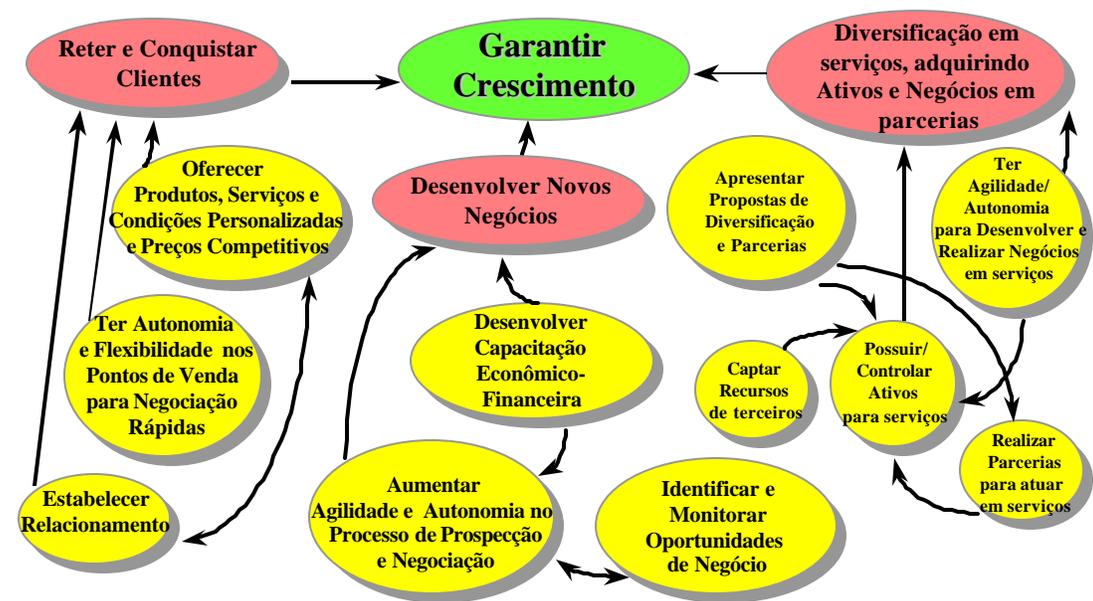


Figura 19 - Diagramas Causa e Efeito entre Objetivos Estratégicos e Fatores do Estudo 3

**3. Transmitir claro compromisso com a segurança e o meio ambiente.**

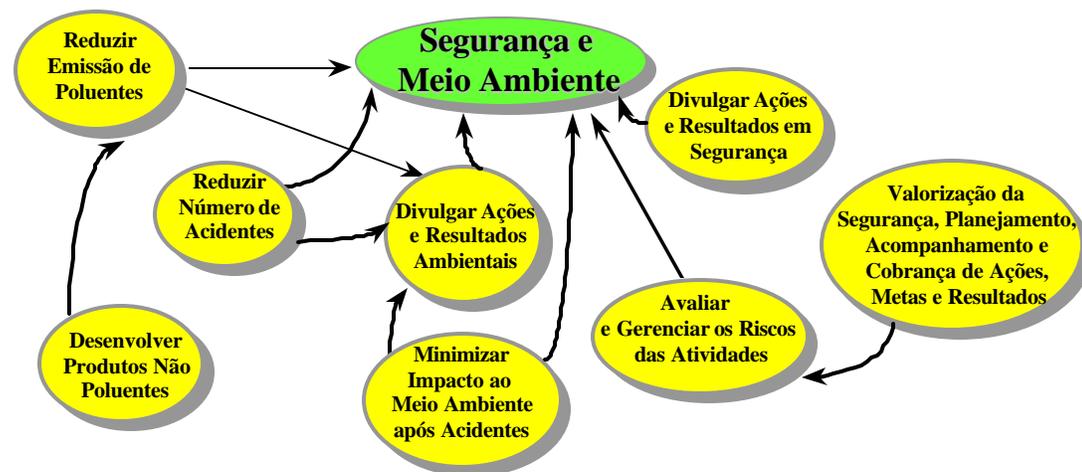


Figura 20 - Diagramas Causa e Efeito entre Objetivos Estratégicos e Fatores do Estudo 4

**4. Assegurar o cumprimento da política da qualidade.**



Figura 21 - Diagrama de Causa e Efeito Redesenhado 1

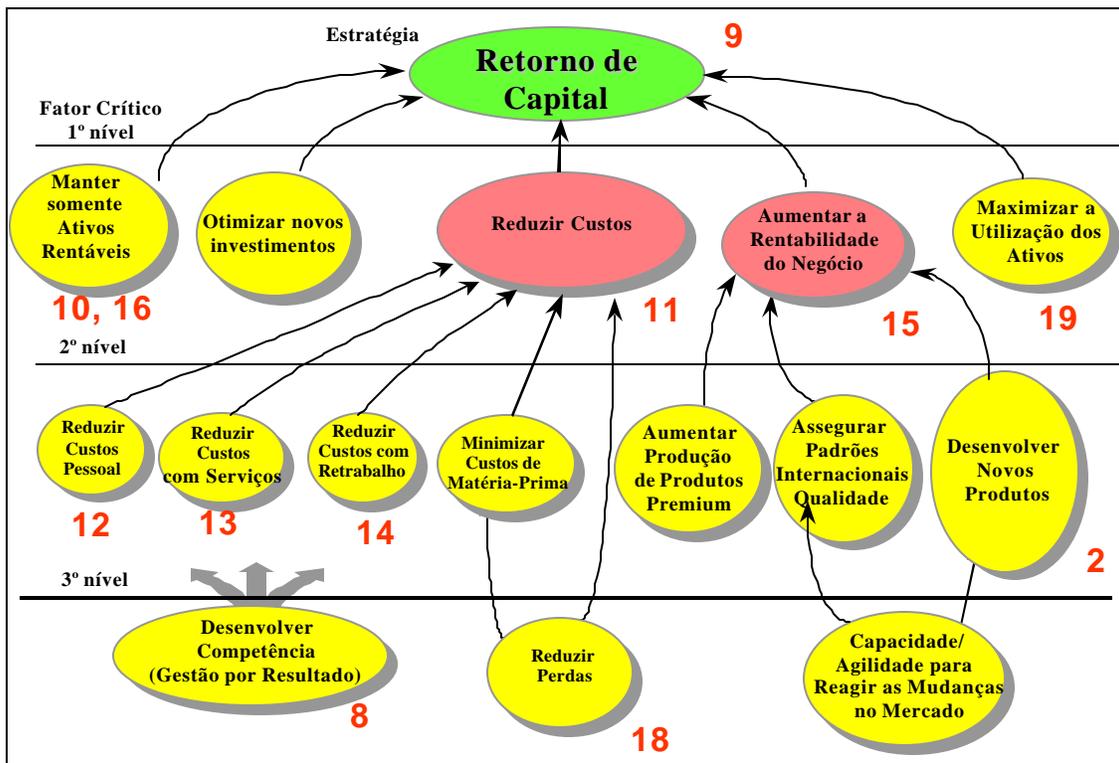


Figura 22 - Diagrama de Causa e Efeito Redesenhado 2

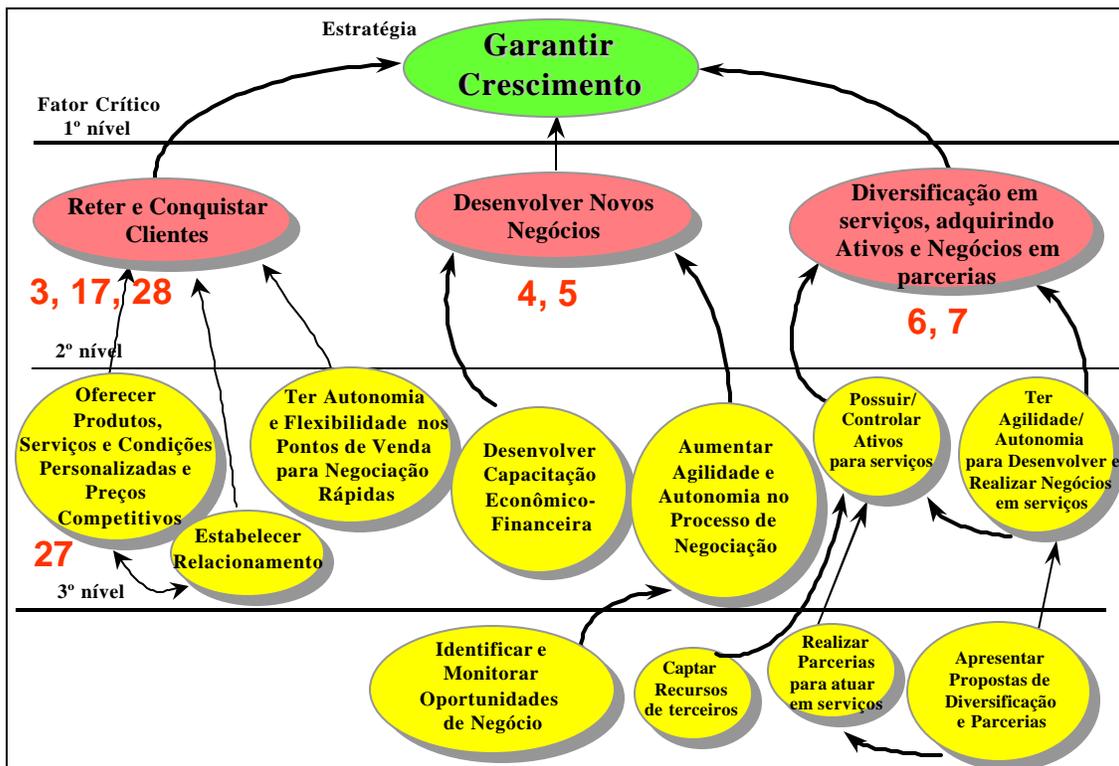


Figura 23 - Diagrama de Causa e Efeito Redesenhado 3

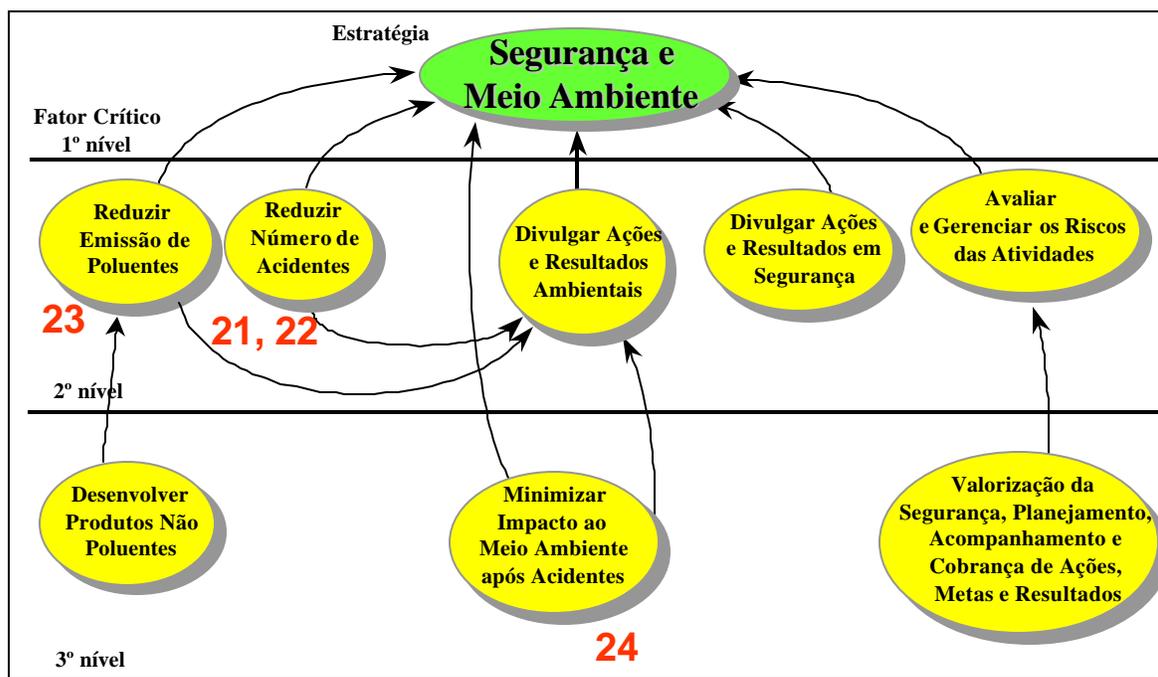
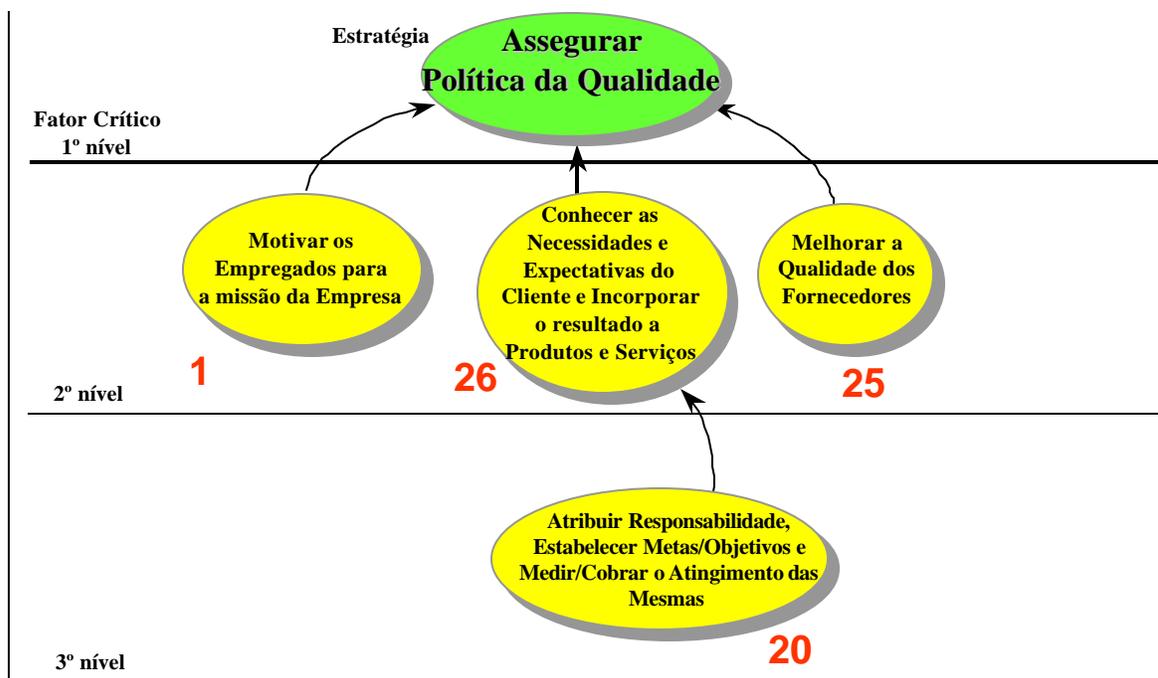


Figura 24 - Diagrama de Causa e Efeito Redesenhado 4



Os números ao lado dos balões com os fatores críticos são dos indicadores de acordo com a Tabela 13, onde também está expresso o nível no redesenho.

**Tabela 13 - Indicadores do Processo de BSC do Objeto do Estudo**

	<b>Indicador</b>	<b>Fator Crítico de Sucesso</b>	<b>Nível</b>
1	Índice de Satisfação de Empregados	Motivar os empregados para a missão da empresa	1
2	Percentual da Receita Proveniente de Novos Produtos e Serviços	Desenvolver novos produtos e serviços	2
3	Percentual da Receita Proveniente de Contratos de Longo Prazo	Reter e conquistar clientes	1
4	Percentual da Receita Proveniente de Novos Negócios	Desenvolver novos negócios	1
5	Valor de Investimentos em Novos Negócios	Desenvolver novos negócios	1
6	Percentual da Receita Proveniente de Atividades de Serviços	Diversificação na área de serviços adquirindo ativos e negócios em parcerias	1
7	Percentual de Ativos ligados a atividades de Serviços	Diversificação na área de serviços adquirindo ativos e negócios em parcerias	1
8	Índice de Desenvolvimento de Recursos Humanos	Desenvolver Competência para gestão por resultados	3
9	Valor Agregado no Negócio	Retorno de Capital	0
10	Retorno Sobre Ativos Fixos	Manter somente ativos rentáveis	1
11	Custo por Volume Vendido	Reduzir custos	1
12	Custo de Pessoal	Reduzir custos com pessoal	2
13	Custo de Serviços Contratados	Reduzir custos com serviços	2
14	Custos de correção de pedidos	Reduzir custos com retrabalho	2
15	Margem Bruta do Negócio	Aumentar a rentabilidade do negócio	1
16	Percentual de Ativos com ROA < Expectativa do Mercado	Manter somente ativos rentáveis	1
17	Receita Total	Reter e conquistar clientes	1
18	Percentual de acertos de pedidos	Reduzir perdas	3
19	Fator de Utilização de Ativos	Maximizar utilização dos Ativos	1
20	Número de Não Conformidades	Atribuir responsabilidade, estabelecer metas/objetivos e medir/cobrar o atingimento das metas (compromisso com resultado)	2
21	Frequência de Acidentes com Afastamento	Reduzir número de acidentes	1
22	Taxa de Gravidade de Acidentes	Reduzir número de acidentes	1
23	Volume Derramado	Reduzir a emissão de poluentes	1
24	Número de Derramamentos	Minimizar impactos negativos ao Meio-Ambiente (após acidentes)	2
25	Índice de Avaliação de Fornecedores	Melhorar a qualidade dos fornecedores (produtos e serviços)	1
26	Índice de Satisfação de Clientes	Conhecer as necessidades e expectativas do cliente, medir sua satisfação e incorporar os resultados a produtos e serviços	1
27	Preço Médio de Venda X Preço Concorrência	Oferecer Produtos, Serviços e Condições Personalizadas e Preços Competitivos	2
28	Market Share global	Reter e conquistar clientes	1

Esta tabela pode agora ser transformada numa matriz quadrada de comparação dos indicadores pelo método descrito no Anexo 1 e obtendo-se o vetor de prioridades entre os indicadores:

**Tabela 14 - Vetor de prioridades dos Indicadores do Estudo**

<b>Vetor gerado</b>			<b>Vetor ordenado</b>		
	<b>Indicador</b>	<b>Prioridade</b>		<b>Indicador</b>	<b>Prioridade</b>
1	Índice de Satisfação de Empregados	0,043	9	Valor Agregado no Negócio	0,108
2	Percentual da Receita Proveniente de Novos Produtos e Serviços	0,015	1	Índice de Satisfação de Empregados	0,043
3	Percentual da Receita Proveniente de Contratos de Longo Prazo	0,043	3	Percentual da Receita Proveniente de Contratos de Longo Prazo	0,043
4	Percentual da Receita Proveniente de Novos Negócios	0,043	4	Percentual da Receita Proveniente de Novos Negócios	0,043
5	Valor de Investimentos em Novos Negócios	0,043	5	Valor de Investimentos em Novos Negócios	0,043
6	Percentual da Receita Proveniente de Atividades de Serviços	0,043	6	Percentual da Receita Proveniente de Atividades de Serviços	0,043
7	Percentual de Ativos ligados a atividades de Serviços	0,043	7	Percentual de Ativos ligados a atividades de Serviços	0,043
8	Índice de Desenvolvimento de Recursos Humanos	0,008	10	Retorno Sobre Ativos Fixos	0,043
9	Valor Agregado no Negócio	0,108	11	Custo por Volume Vendido	0,043
10	Retorno Sobre Ativos Fixos	0,043	15	Margem Bruta do Negócio	0,043
11	Custo por Volume Vendido	0,043	16	Percentual de Ativos com ROA < Expectativa do Mercado	0,043
12	Custo de Pessoal	0,015	17	Receita Total	0,043
13	Custo de Serviços Contratados	0,015	19	Fator de Utilização de Ativos	0,043
14	Custos de correção de pedidos	0,015	21	Frequência de Acidentes com Afastamento	0,043
15	Margem Bruta do Negócio	0,043	22	Taxa de Gravidade de Acidentes	0,043
16	Percentual de Ativos com ROA < Expectativa do Mercado	0,043	23	Volume Derramado	0,043
17	Receita Total	0,043	25	Índice de Avaliação de Fornecedores	0,043
18	Percentual de acertos de pedidos	0,008	26	Índice de Satisfação de Clientes	0,043
19	Fator de Utilização de Ativos	0,043	28	Market Share global	0,043
20	Número de Não Conformidades	0,015	2	Percentual da Receita Proveniente de Novos Produtos e Serviços	0,015
21	Frequência de Acidentes com Afastamento	0,043	12	Custo de Pessoal	0,015
22	Taxa de Gravidade de Acidentes	0,043	13	Custo de Serviços Contratados	0,015
23	Volume Derramado	0,043	14	Custos de correção de pedidos	0,015
24	Número de Derramamentos	0,015	20	Número de Não Conformidades	0,015
25	Índice de Avaliação de Fornecedores	0,043	24	Número de Derramamentos	0,015
26	Índice de Satisfação de Clientes	0,043	27	Preço Médio de Venda X Preço	0,015

					Concorrência	
27	Preço Médio de Venda X Preço Concorrência	0,015	8	Índice de Desenvolvimento de Recursos Humanos	0,008	
28	Market Share global	0,043	18	Percentual de acertos de pedidos	0,008	

*Obs: A matriz de comparação dos indicadores e os testes de consistência estão no Anexo 3.*

Apesar de termos estabelecido uma lista de priorização entre todos os indicadores, nem todos são necessários ou recomendados para a tarefa proposta de priorização de investimentos. Mais uma vez, caberia uma consulta aos mesmos gerentes que participaram do processo de desenvolvimento do BSC, sobre esta escolha. Como não dispunhamos de acesso a estas pessoas, alguns gerentes da PETROBRAS colaboraram, a partir deste ponto, assumindo o papel destes decisores. Assim, foram rejeitados alguns indicadores. Reajusta-se o vetor de prioridades, normalizando o anterior após a exclusão dos indicadores rejeitados.

**Tabela 15 - Vetor de prioridades dos Indicadores do Estudo após exclusões**

<b>Vetor ordenado</b>			
	<b>Indicador</b>	<b>Prioridade inicial</b>	<b>Prioridade Ajustada</b>
9	Valor Agregado no Negócio	0,108	0,165
3	Percentual da Receita Proveniente de Contratos de Longo Prazo	0,043	0,065
4	Percentual da Receita Proveniente de Novos Negócios	0,043	0,065
5	Valor de Investimentos em Novos Negócios	0,043	0,065
10	Retorno Sobre Ativos Fixos	0,043	0,065
11	Custo por Volume Vendido	0,043	0,065
15	Margem Bruta do Negócio	0,043	0,065
17	Receita Total	0,043	0,065
19	Fator de Utilização de Ativos	0,043	0,065
23	Volume Derramado	0,043	0,065
26	Índice de Satisfação de Clientes	0,043	0,065
28	Market Share global	0,043	0,065
2	Percentual da Receita Proveniente de Novos Produtos e Serviços	0,015	0,024
12	Custo de Pessoal	0,015	0,024
13	Custo de Serviços Contratados	0,015	0,024
24	Número de Derramamentos	0,015	0,024
27	Preço Médio de Venda X Preço Concorrência	0,015	0,024
<b>Somatório</b>		0,656	1,000

Dispomos agora do primeiro vetor priorizado necessário e nele estão os indicadores sob quais os vários projetos devem ser comparados entre si. Precisamos identificar quais são indicadores quantitativos e qualitativos, para calcular os quantitativos e elaborar as matrizes de comparação entre projetos dos qualitativos. A tabela a seguir classifica os tipos de indicadores.

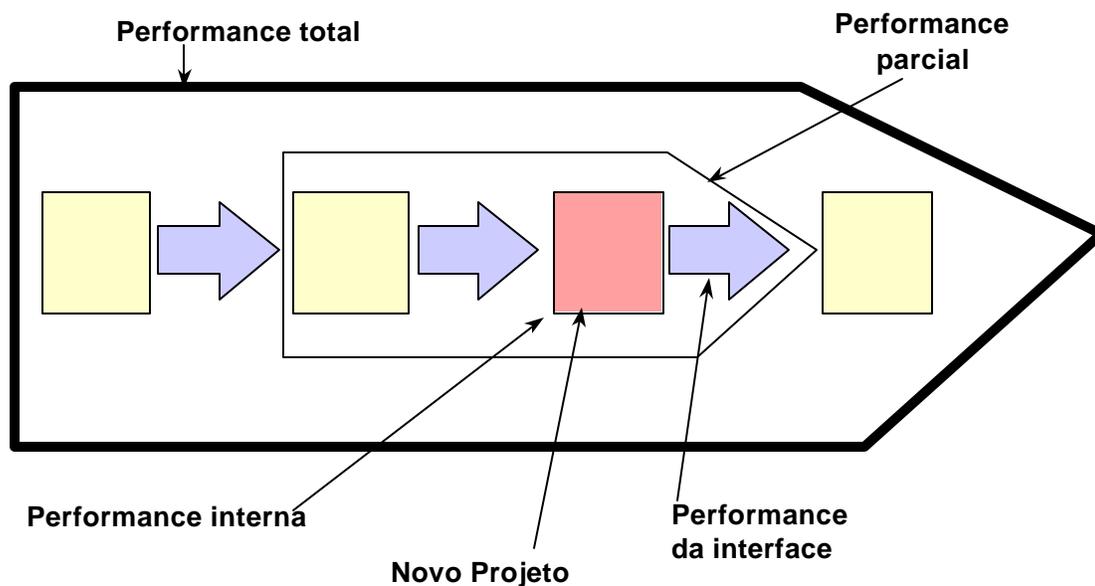
**Tabela 16 - Classificação dos tipos de indicadores do estudo**

<b>Indicadores Quantitativos</b>		<b>Indicadores Qualitativos</b>	
2	Percentual da Receita Proveniente de Novos Produtos e Serviços	23	Volume Derramado
3	Percentual da Receita Proveniente de Contratos de Longo Prazo	24	Número de Derramamentos
4	Percentual da Receita Proveniente de Novos Negócios	26	Índice de Satisfação de Clientes
5	Valor de Investimentos em Novos Negócios	28	Market Share global
9	Valor Agregado no Negócio		
10	Retorno Sobre Ativos Fixos		
11	Custo por Volume Vendido		
12	Custo de Pessoal		
13	Custo de Serviços Contratados		
15	Margem Bruta do Negócio		
17	Receita Total		
19	Fator de Utilização de Ativos		
27	Preço Médio de Venda X Preço Concorrência		

Os projetos considerados no estudo são em número de 10 e novamente para preservar o sigilo da fonte utilizada, os nomeamos Projeto **A**, **B** até **J**. Dispondo de avaliações de especialistas e das opiniões dos decisores, foram montadas as matrizes de comparação dos dez projetos sob os quatro indicadores qualitativos. Algumas revisões foram necessárias até que os testes de consistência fossem atendidos. As matrizes de comparação consistentes e os testes de consistência para estes indicadores estão no Anexo 4.

Para os indicadores quantitativos, há a necessidade de estabelecer um método de cálculo único para todos os projetos e que utilize os mesmos dados básicos, para permitir que seja calculada uma escala

de comparação coerente entre os projetos considerados. Um método que atualmente tenta acessar estes aspectos é o fluxo de caixa descontado (Discounted Cash Flow –DCF), avaliando o valor econômico das estratégias das empresas como fusões, aquisições e alianças. Procura mensurar as sinergias e oportunidades de reestruturação dos perfis e das unidades de negócios que compõem a empresa ou a cadeia de agregação de valor. Estabelece uma clara ligação com os conceitos de agregação de valor e é fortemente correlacionado com o valor de mercado das empresas. Vem sendo utilizado para decisões sobre alocações de recursos de investimentos e orçamento. Contudo é complexo, dependendo de projeções razoavelmente acuradas das quantidades e valores envolvidos ao longo do período de análise para sua aplicação. Dispomos dos dados das quantidades – balanços materiais e energéticos – considerando as influências de cada projeto no sistema e projeções do comportamento dos preços externos à cadeia logística. Podemos então efetuar todos os cálculos necessários, utilizando os princípios do GECON – Gestão Econômica desenvolvido pela Fundação Instituto de Pesquisas Contábeis, Atuariais e Financeiras (FIPECAFI) da Universidade de São Paulo (USP), no chamado Sistema de Resultados Econômico-Financeiros (SIREF).



**Figura 25 - Envoltória de medição pretendida no cálculo do estudo**

Especificamente neste ponto entra em cena a questão da valoração dos recursos que transitam pela cadeia de valor. Em sistemas pertencentes a uma mesma empresa, deve ser considerado o uso de preços de transferência para medir performances internas, de interface ou parciais. O estabelecimento de preços de transferência é um processo complexo e fundamental para avaliação de desempenho e promoção da eficácia e eficiência empresarial (Mauro, 1991; Peleias, 1992 e Faria, 1996) em

particular numa cadeia logística integrada. Este processo deve também ser norteado pelos mesmos princípios estratégicos citados, uma vez que preços de transferência determinados de modo incoerente podem conduzir a resultados em desacordo com as estratégias iniciais (Eccles, 1983 e 1985). Na proposta desenvolvida ao longo deste trabalho, estamos evitando priorizar projetos através de índices exclusivos de cada proposta de investimento individual e que não possibilitem uma avaliação de seu impacto sobre a cadeia logística como um todo. Logo, não se deseja medir performances parciais, interna ou de interface, mas o efeito nos indicadores globais de desempenho da cadeia logística, da introdução de um novo projeto.

Assim, no caso da análise de investimentos, preconizamos que os indicadores quantitativos utilizados devem medir os efeitos globais, já que os investimentos precisam garantir retorno para a cadeia como um todo e não somente para suas partes. Por consequência, também não podem ser calculados a partir de preços de transferência, uma vez que estes, apesar de espelharem a estratégia do sistema visam a medição de desempenho dos elos e não do sistema integrado.

De posse dos dados e ferramentas, procedemos os cálculos necessários. A seguir apresentamos uma tabela resumo dos indicadores quantitativos assim obtidos.

**Tabela 17 - Resumo dos cálculos dos indicadores quantitativos**

	Projeto A	Projeto B	Projeto C	Projeto D	Projeto E	Projeto F	Projeto G	Projeto H	Projeto I	Projeto J
Valor Agregado no Negócio (%)	6,89	7,66	8,29	14,92	8,17	4,05	8,86	11,12	17,08	5,17
Retorno Sobre Ativos Fixos (%)	6,89	7,66	8,29	14,92	8,17	4,05	8,86	11,12	17,08	5,17
Margem Bruta do Negócio (%)	2,29	0,94	2,70	4,44	1,82	0,46	3,11	2,00	7,40	0,92
Receita Total (US\$ milhão/ano)	59,95	21,83	155,65	467,42	77,12	4,30	121,08	87,88	105,14	440,00
Preço Médio de Venda X Preço Concorrência (% menor que)	24,97	19,92	21,11	23,10	23,72	20,83	22,38	21,35	30,42	13,54
Fator de Utilização de Ativos (%)	13,97	19,69	15,90	22,89	0,02	2,47	10,29	10,64	4,11	0,02
Percentual da Receita Proveniente de Novos Produtos e Serviços (%)	7,23	1,46	9,08	12,52	16,53	12,11	6,23	8,86	19,37	6,61
Percentual da Receita Proveniente de Contratos de Longo Prazo (%)	12,22	10,48	8,51	15,90	7,77	3,19	7,38	8,33	9,15	17,07
Percentual da Receita Proveniente de Novos	8,65	5,01	9,23	9,61	14,85	9,93	9,09	7,97	8,05	17,59

Negócios (%)										
Valor de Investimentos em Novos Negócios (US\$ milhão)	485,2	389,6	519,94	183,82	470,49	161,70	371,19	572,27	934,41	542,56
Custo de Pessoal (US\$/bbl)	0,0219	0,0079	0,0504	0,0002	0,0213	0,0140	0,0464	0,0704	0,0085	0,0439
Custo de Serviços Contratados (US\$/bbl)	0,0631	0,0055	0,0028	0,0179	0,0457	0,0703	0,0122	0,0291	0,0216	0,0298
Custo por Volume Vendido (US\$/bbl)	0,222	0,183	0,181	0,192	0,200	0,237	0,216	0,199	0,257	0,208

Obs: Todos os valores são diferenciais em relação a uma situação base sem investimentos.

Todos os indicadores calculados indicam uma correlação positiva, ou seja, para cada indicador os projetos melhores apresentam os maiores valores, a exceção dos custos, que mostram uma tendência inversa. Para transformá-los em correlações positivas de cardinalidades invertidas, precisamos aplicar uma transformação matemática, substituindo cada elemento pelo somatório da linha original subtraído do valor prévio do próprio elemento, como se segue:

**Tabela 18 - Inversão de correlações para os custos**

	Projeto A	Projeto B	Projeto C	Projeto D	Projeto E	Projeto F	Projeto G	Projeto H	Projeto I	Projeto J
Custo de Pessoal (US\$/bbl) Invertido	0,263	0,277	0,234	0,285	0,264	0,271	0,238	0,214	0,276	0,241
Custo de Serviços Contratados (US\$/bbl) Invertido	0,235	0,293	0,295	0,280	0,252	0,228	0,286	0,269	0,276	0,268
Custo por Volume Vendido (US\$/bbl) Invertido	1,873	1,912	1,914	1,902	1,895	1,858	1,878	1,896	1,838	1,887

Substituindo os indicadores de custos pelos de cardinalidade invertida, podemos proceder a obtenção dos vetores de prioridade para cada um destes indicadores pela normalização por cada um deles, e agregar a eles os vetores de prioridades dos indicadores qualitativos, na Tabela 19.

**Tabela 19 - Indicadores quantitativos Normalizados e qualitativos - Vetores de Prioridades**

	Projeto A	Projeto B	Projeto C	Projeto D	Projeto E	Projeto F	Projeto G	Projeto H	Projeto I	Projeto J
Valor Agregado no Negócio	0,075	0,083	0,090	0,162	0,089	0,044	0,096	0,121	0,185	0,056
Retorno Sobre Ativos Fixos	0,075	0,083	0,090	0,162	0,089	0,044	0,096	0,121	0,185	0,056
Margem Bruta do Negócio	0,088	0,036	0,104	0,170	0,070	0,018	0,119	0,077	0,284	0,035
Receita Total	0,039	0,014	0,101	0,303	0,050	0,003	0,079	0,057	0,068	0,286
Preço Médio de Venda X Preço Concorrência	0,113	0,090	0,095	0,104	0,107	0,094	0,101	0,096	0,137	0,061
Fator de Utilização de Ativos	0,140	0,197	0,159	0,229	0,000	0,025	0,103	0,106	0,041	0,000
Percentual da Receita Proveniente de Novos Produtos e Serviços	0,072	0,015	0,091	0,125	0,165	0,121	0,062	0,089	0,194	0,066
Percentual da Receita Proveniente de Contratos de Longo Prazo	0,122	0,105	0,085	0,159	0,078	0,032	0,074	0,083	0,092	0,171
Percentual da Receita Proveniente de Novos Negócios	0,087	0,050	0,092	0,096	0,149	0,099	0,091	0,080	0,081	0,176
Valor de Investimentos em Novos Negócios	0,105	0,084	0,112	0,040	0,102	0,035	0,080	0,124	0,202	0,117
Custo de Pessoal Invertido	0,103	0,108	0,091	0,111	0,103	0,106	0,093	0,083	0,108	0,094
Custo de Serviços Contratados Invertido	0,088	0,109	0,110	0,104	0,094	0,085	0,107	0,100	0,103	0,100
Custo por Volume Vendido Invertido	0,099	0,101	0,102	0,101	0,101	0,099	0,100	0,101	0,097	0,100
Market Share	0,159	0,041	0,059	0,106	0,122	0,070	0,158	0,099	0,027	0,157
Volume Derramado	0,176	0,076	0,087	0,021	0,029	0,090	0,044	0,151	0,065	0,261
Derramamentos	0,083	0,123	0,148	0,082	0,026	0,083	0,056	0,150	0,075	0,175
Satisfação dos Clientes	0,014	0,084	0,047	0,234	0,059	0,017	0,095	0,193	0,081	0,176

Com esta tabela e o vetor de prioridades dos indicadores da tabela 15, podemos proceder a multiplicação de matrizes que gerará a priorização desejada. Para a multiplicação, transpomos a matriz da Tabela 19 e obtemos o vetor de prioridades geral dos projetos considerados, resumindo a influência de todos os indicadores.

**Tabela 20 - Vetor de prioridades dos projetos sob todos os indicadores**

<b>Vetor gerado</b>		<b>Vetor ordenado</b>	
	<b>Prioridade</b>		<b>Prioridade</b>
Projeto A	0,095	Projeto D	0,145
Projeto B	0,081	Projeto I	0,125
Projeto C	0,095	Projeto J	0,121
Projeto D	0,145	Projeto H	0,110
Projeto E	0,082	Projeto C	0,095
Projeto F	0,053	Projeto A	0,095
Projeto G	0,093	Projeto G	0,093
Projeto H	0,110	Projeto E	0,082
Projeto I	0,125	Projeto B	0,081
Projeto J	0,121	Projeto F	0,053

## 7. Análise de resultados e Conclusões

*"A vitória pertence ao mais perseverante."  
Napoleão Bonaparte*

*"Não devemos falhar ou hesitar, nem fraquejar  
ou fatigar-nos.. Dê-nos as ferramentas e  
terminaremos o trabalho. "  
Sir Winston S. Churchill*

A lista priorizada obtida no final do capítulo 6 mostra, numa análise de alguns valores individuais dos indicadores ser bem consistente.

**Tabela 21 - Análise de resultados individuais**

	Projeto A	Projeto B	Projeto C	Projeto D	Projeto E	Projeto F	Projeto G	Projeto H	Projeto I	Projeto J
Valor Agregado no Negócio	0,075	0,083	0,090	0,162	0,089	0,044	0,096	0,121	0,185	0,056
Retorno Sobre Ativos Fixos	0,075	0,083	0,090	0,162	0,089	0,044	0,096	0,121	0,185	0,056
Margem Bruta do Negócio	0,088	0,036	0,104	0,170	0,070	0,018	0,119	0,077	0,284	0,035
Receita Total	0,039	0,014	0,101	0,303	0,050	0,003	0,079	0,057	0,068	0,286
Preço Médio de Venda X Preço Concorrência	0,113	0,090	0,095	0,104	0,107	0,094	0,101	0,096	0,137	0,061
Fator de Utilização de Ativos	0,140	0,197	0,159	0,229	0,000	0,025	0,103	0,106	0,041	0,000
Percentual da Receita Proveniente de Novos Produtos e Serviços	0,072	0,015	0,091	0,125	0,165	0,121	0,062	0,089	0,194	0,066
Percentual da Receita Proveniente de Contratos de Longo Prazo	0,122	0,105	0,085	0,159	0,078	0,032	0,074	0,083	0,092	0,171
Percentual da Receita Proveniente de Novos Negócios	0,087	0,050	0,092	0,096	0,149	0,099	0,091	0,080	0,081	0,176
Valor de Investimentos em Novos Negócios	0,105	0,084	0,112	0,040	0,102	0,035	0,080	0,124	0,202	0,117
Custo de Pessoal Invertido	0,103	0,108	0,091	0,111	0,103	0,106	0,093	0,083	0,108	0,094
Custo de Serviços Contratados Invertido	0,088	0,109	0,110	0,104	0,094	0,085	0,107	0,100	0,103	0,100
Custo por Volume Vendido Invertido	0,099	0,101	0,102	0,101	0,101	0,099	0,100	0,101	0,097	0,100
Market Share	0,159	0,041	0,059	0,106	0,122	0,070	0,158	0,099	0,027	0,157
Volume Derramado	0,176	0,076	0,087	0,021	0,029	0,090	0,044	0,151	0,065	0,261
Derramamentos	0,083	0,123	0,148	0,082	0,026	0,083	0,056	0,150	0,075	0,175
Satisfação dos Clientes	0,014	0,084	0,047	0,234	0,059	0,017	0,095	0,193	0,081	0,176

Comparando primeiramente os Projetos **D** com **I**, respectivamente primeiro e segundo na priorização, vemos que no indicador de mais alta prioridade na Tabela 15, Valor Agregado do Negócio, o Projeto **I** leva vantagem. Contudo, numa série de outros indicadores de prioridade seguinte àquele indicador como Receita Total e Market Share, há uma vantagem para o Projeto **D**. O Projeto **J**, terceiro, não apresenta um Valor Agregado comparável aos dois primeiros, sendo inclusive de menor que o projeto classificado em quarta prioridade. O que explica seu posicionamento, é o peso de sua Receita Total. Na extremidade oposta, caso comparemos, o Projeto **D** aos **F** ou **B**, último e penúltimo, vemos que estes tem consistentemente valores piores na maioria dos indicadores.

Assim, conseguimos um método, que nos parece válido, para determinar uma priorização plausível de projetos numa cadeia logística integrada. Este procura medir a influência destes novos investimentos nos objetivos estratégicos da cadeia, pelo interação do processo do Painel Equilibrado de Indicadores e da análise multicritério do método AHP. Sendo elaborado através de um sistema de cálculo de fácil configuração, pode propiciar uma poderosa ferramenta de análise e avaliação de prioridades em investimentos. Por exemplo, uma análise de sensibilidade sobre as variáveis envolvidas, pode averiguar a robustez destas prioridades. Assim, variações nas projeções de preços podem imediatamente gerar novas listas de prioridades nos projetos. Para tanto é necessário, atentar para alguns problemas detectados ao longo da elaboração deste método:

- a) Problemas BSC X AHP - o método do BSC não visa efetivamente priorizar os indicadores entre si, na realidade procura o equilíbrio entre eles. O método aqui desenvolvido busca uma escala de relevância relativa destes indicadores embutida no processo. Assim, os decisores devem ser conscientizados, durante o processo de implantação do BSC, da importância destes julgamentos. Aliás, vemos que a simples aplicação do método de priorização aqui proposto pode auxiliar estes julgamentos, porque realça as discrepâncias e desequilíbrios nos mesmos. A própria pressuposição de que as estratégias são equivalentes influencia a priorização de acordo com o método proposto. No entanto, um estudo particular de BSC pode indicar que há uma importância relativa entre as estratégias. O estudo de caso utilizado neste trabalho claramente indica que houve uma tendência em auferir maior peso para uma estratégia específica, constatada pela concentração de indicadores nela. Obviamente, caso esta preferência fosse explicitada num diagrama de causa e efeito único

para todo o processo do BSC, o vetor de prioridades de indicadores seria alterado e certamente a priorização final de projetos também. ;

- b) Dificuldade de atingir consistência nos indicadores não quantitativos – Após a seleção dos indicadores que serão considerados na priorização de investimentos e classificação deste entre quantitativos e qualitativos, o processo de geração de matrizes de comparação consistentes para estes últimos pode ser demorado. A intervenção de especialistas em assuntos específicos pode facilitar e reduzir as idas e vindas neste processo;
- c) Coerência da cadeia logística – Eventualmente, alguns projetos muitos internos à cadeia logística não tem sua influência ao nível global facilmente mensurada. Deve ser evitada ao máximo a tentação da utilização de preços internos de transferência, sob pena de serem geradas comparações inconsistentes e
- d) Atenção às correlações de cardinalidade – Devem ser bem entendidas as correlações apuradas nos indicadores quantitativos. Como se procura uma priorização que indique uma cardinalidade positiva, isto é, cujos maiores valores apontem as melhores opções. Ao lidar com grandezas de pesos invertidos como custos operacionais, em que valores maiores indicam na realidade, opções piores, deve ser aplicada uma transformação matemática para preservar a ordem de modo coerente.

O estudo de caso desenvolvido para validar este método não abordou a questão das disponibilidade de recursos para a execução dos projetos. O método AHP assume que está sendo feita uma priorização de um conjunto de possibilidades, cujos efeitos sobre os indicadores são independentes. Como lidar com a hipótese de haver recursos para a execução de mais de um projeto e que os efeitos sejam sinérgicos ? Uma parte desta questão foi abordada, ao se trabalhar com os efeitos diferenciais de cada um dos projetos individualmente (vide Tabela 17). Assumiu-se que estes valores refletiriam os efeitos independentes de cada projeto no sistema integrado e seriam simplesmente aditivos, na hipótese de vários deles serem considerados. Aceitando-se esta abordagem, havendo recursos para a execução de mais de um dos projetos, os projetos devem ser escolhidos respeitando a ordem estabelecida pelo método até o esgotamento dos recursos disponíveis. No entanto, caso haja efetiva sinergia entre os projetos que faça com que eles sejam excludentes individualmente ou em grupo e haja restrições de recursos, mesmo assim, o método proposto poderá ser utilizado.

Basta aplicar os mesmos cálculos não mais a um projeto individual, mas a grupos de projetos. Assim, se trabalharia com uma combinação dos projetos individuais, agrupados em carteiras cujo valor seria sempre o do total de recursos disponíveis, respeitadas as sinergias entre eles, onde um mesmo projeto poderia estar incluído em várias destas carteiras. Assim estariam sendo escolhida uma destas carteiras, atendendo as restrições de recursos e aos efeitos do conjunto deles sobre os indicadores globais.

Aplicado de modo sistemático, pode ser uma excelente ferramenta de apoio contínuo aos decisores, realçando a questão da importância da integração dos objetivos estratégicos, à avaliação de desempenho na cadeia logística e a rentabilidade dos investimentos. Permite analisar as possíveis alterações nas prioridades dos projetos frente às mudanças das diversas variáveis que os afetam, mesmo aquelas não quantitativas. É um método complexo, mas cuja aplicação certamente aumentará o conhecimento das diversas influências nos investimentos e no sistema logístico analisado.

Esta é justamente a sugestão de continuidade que temos para este assunto, o desenvolvimento e aplicação sistemática de uma ferramenta aplicando este método num sistema logístico que regularmente efetue investimentos.



- c) esta matriz é preenchida com os valores da escala de comparação do AHP, considerando a comparação entre indicadores do seguinte modo – indicadores em linha x indicadores em coluna. Aplicando no exemplo obtém-se:

	Indicador	Indicador 1	Indicador 2	Indicador 3	Indicador 4	Indicador 5	Indicador 6	Indicador 7	Indicador 8	Indicador 9	Indicador 10
Indicador	Nível	1	2	3	1	4	1	2	3	0	1
Indicador 1	1	1	3	5	1	7	1	3	5	1/3	1
Indicador 2	2	1/3	1	3	1/3	5	1/3	1	3	1/5	1/3
Indicador 3	3	1/5	1/3	1	1/5	3	1/5	1/3	1	1/7	1/5
Indicador 4	1	1	3	5	1	7	1	3	5	1/3	1
Indicador 5	4	1/7	1/5	1/3	1/7	1	1/7	1/5	1/3	1/9	1/7
Indicador 6	1	1	3	5	1	7	1	3	5	1/3	1
Indicador 7	2	1/3	1	3	1/3	5	1/3	1	3	1/5	1/3
Indicador 8	3	1/5	1/3	1	1/5	3	1/5	1/3	1	1/7	1/5
Indicador 9	0	3	5	7	3	9	3	5	7	1	3
Indicador 10	1	1	3	5	1	7	1	3	5	1/3	1

Explicitando num par nesta matriz, vemos que o Indicador 4 está relacionado ao nível 1 e o Indicador 7, ao nível 2. A diferença é de 1 nível, ou valor 3 na escala de comparação AHP da Tabela 9. Assim, podemos dizer que o Indicador 4 tem uma leve importância sobre o Indicador 7, ou como se refere o método AHP uma importância fraca. Isto está descrito na matriz acima no cruzamento da linha do Indicador 4 com a coluna do Indicador 7, onde aparece o valor 3 da escala AHP. Obviamente, o seu recíproco aparece no cruzamento da linha do Indicador 7 com a coluna do Indicador 4 e na diagonal principal da matriz, onde ocorrem as coincidências de linhas e colunas com o mesmo indicador, o valor é sempre 1. Esta é a própria matriz de comparações entre indicadores na escala de comparação do AHP.

## Anexo 2

### Obtenção do vetor de prioridades a partir de uma matriz de comparações

Dispondo de uma matriz de comparações como a gerada no Anexo 1, podemos obter o vetor ou lista de prioridades dos itens comparados naquela matriz. Pela metodologia do AHP várias abordagens de cálculo permitem gerar este vetor. Descrevemos a que foi utilizada neste trabalho a seguir:

a) calcula-se a soma das colunas da matriz de comparações, conforme exemplo abaixo:

Opção	Opção 1	Opção 2	Opção 3	Opção 4	Opção 5	Opção 6	Opção 7	Opção 8	Opção 9	Opção 10
Opção 1	1	3	5	1	7	1	3	5	1/3	1
Opção 2	1/3	1	3	1/3	5	1/3	1	3	1/5	1/3
Opção 3	1/5	1/3	1	1/5	3	1/5	1/3	1	1/7	1/5
Opção 4	1	3	5	1	7	1	3	5	1/3	1
Opção 5	1/7	1/5	1/3	1/7	1	1/7	1/5	1/3	1/9	1/7
Opção 6	1	3	5	1	7	1	3	5	1/3	1
Opção 7	1/3	1	3	1/3	5	1/3	1	3	1/5	1/3
Opção 8	1/5	1/3	1	1/5	3	1/5	1/3	1	1/7	1/5
Opção 9	3	5	7	3	9	3	5	7	1	3
Opção 10	1	3	5	1	7	1	3	5	1/3	1
<b>Soma das colunas</b>	<b>8,21</b>	<b>19,87</b>	<b>35,33</b>	<b>8,21</b>	<b>54,00</b>	<b>8,21</b>	<b>19,87</b>	<b>35,33</b>	<b>3,13</b>	<b>8,21</b>

b) o segundo passo é dividir cada elemento da matriz individualmente pela soma da linha a qual pertence e somar as linhas obtidas neste cálculo. A normalização das somas das linhas pelo seu somatório, gera o vetor de prioridades, conforme exemplo abaixo:

Opção	Opção 1	Opção 2	Opção 3	Opção 4	Opção 5	Opção 6	Opção 7	Opção 8	Opção 9	Opção 10	Soma das linhas
Opção 1	0,122	0,151	0,142	0,122	0,130	0,122	0,151	0,142	0,106	0,122	<b>1,308</b>
Opção 2	0,041	0,050	0,085	0,041	0,093	0,041	0,050	0,085	0,064	0,041	<b>0,589</b>
Opção 3	0,024	0,017	0,028	0,024	0,056	0,024	0,017	0,028	0,046	0,024	<b>0,289</b>
Opção 4	0,122	0,151	0,142	0,122	0,130	0,122	0,151	0,142	0,106	0,122	<b>1,308</b>
Opção 5	0,017	0,010	0,009	0,017	0,019	0,017	0,010	0,009	0,035	0,017	<b>0,163</b>
Opção 6	0,122	0,151	0,142	0,122	0,130	0,122	0,151	0,142	0,106	0,122	<b>1,308</b>
Opção 7	0,041	0,050	0,085	0,041	0,093	0,041	0,050	0,085	0,064	0,041	<b>0,589</b>
Opção 8	0,024	0,017	0,028	0,024	0,056	0,024	0,017	0,028	0,046	0,024	<b>0,289</b>
Opção 9	0,365	0,252	0,198	0,365	0,167	0,365	0,252	0,198	0,319	0,365	<b>2,847</b>
Opção 10	0,122	0,151	0,142	0,122	0,130	0,122	0,151	0,142	0,106	0,122	<b>1,308</b>
<b>Somatório da coluna soma das linhas - &gt;</b>											<b>10</b>

#### Vetor gerado

Opção	Vetor de prioridades
Opção 1	<b>0,131</b>
Opção 2	<b>0,059</b>
Opção 3	<b>0,029</b>
Opção 4	<b>0,131</b>
Opção 5	<b>0,016</b>
Opção 6	<b>0,131</b>
Opção 7	<b>0,059</b>
Opção 8	<b>0,029</b>
Opção 9	<b>0,285</b>
Opção 10	<b>0,131</b>

#### Vetor ordenado

Opção	Vetor de prioridades
Opção 9	<b>0,285</b>
Opção 1	<b>0,131</b>
Opção 4	<b>0,131</b>
Opção 6	<b>0,131</b>
Opção 10	<b>0,131</b>
Opção 2	<b>0,059</b>
Opção 7	<b>0,059</b>
Opção 3	<b>0,029</b>
Opção 8	<b>0,029</b>
Opção 5	<b>0,016</b>

Antes de assumir que este vetor expressa a ordenação resumida das diversas comparações, é necessário verificar a efetiva consistência destas comparações. Isto é, deve ser verificado se no momento do julgamento dos valores relativos dos critérios aos pares não houve inversões, ou pelo menos que estas inversões são mínimas e não comprometem o resultado do julgamento como um todo. Assim numa seqüência de julgamentos para um mesmo critério, queremos evitar incoerências como:

Sob um certo critério, são feitos os julgamentos entre as Opções A, B e C.

*Opção A melhor que Opção B*

*Opção B melhor que Opção C*

Nesta seqüência, um julgamento:

*Opção C melhor que Opção A* seria inconsistente.

No caso do método AHP como a comparação é cardinal ou seja, há uma ponderação de valores nas opções, de seguinte forma:

*Opção A é três vezes melhor que Opção B*

*Opção B é duas vezes melhor que Opção C* obviamente implica que

*Opção A é seis vezes melhor que Opção C*

Logo não só julgamentos invertidos

*Opção C é uma vez melhor que Opção A* como também

*Opção A é três vezes melhor que Opção C*

ou qualquer outra cardinalidade seriam inconsistentes.

Numa seqüência grande de julgamentos ponderados é praticamente impossível não haver inversões ou enganos nas cardinalidades. Para evitar que estas ocorram num número muito grande que prejudique a consistência do processo como um todo, o método AHP demanda um teste de consistência, baseado num chamado Índice de Consistência. Este índice é obtido pela multiplicação dos elementos das colunas da matriz de comparações, pelos critérios correspondentes do vetor de prioridades. A soma das linhas da matriz assim obtida é dividida pelos critérios correspondentes do vetor de prioridades. Os valores assim calculados são somados e divididos pelo número de componentes ou ordem da matriz de comparações. Este número é uma aproximação para um número chamado autovalor máximo ou principal ( $\lambda_{\max}$ ), que pode ser usado em estimativa de consistência como um reflexo da proporcionalidade das preferências. Quanto mais próximo  $\lambda_{\max}$  for do número de componentes ou ordem da matriz de comparações, mais consistente será o resultado. O desvio de consistência pode ser

representado por  $(\lambda_{\max} - n) / (n-1)$ , que é o índice de consistência (I.C.). Para poder determinar a validade das comparações feitas, este deve ser comparado ao índice de consistência de uma matriz recíproca gerada randomicamente, baseada na escala de 1 a 9, com recíprocas forçadas de índice randômico (I.R.). Estes foram determinados em laboratório, para matrizes de ordem de 1 a 15 usando uma amostra do tamanho 100. A tabela seguinte mostra a ordem das matrizes (número de linhas ou colunas) determinadas conforme descrito.

<b>Ordem da matriz</b>	<b>Consistência Randômica</b>
1	0
2	0
3	0,58
4	0,9
5	1,12
6	1,24
7	1,32
8	1,41
9	1,45
10	1,49
11	1,51
12	1,48
13	1,56
14	1,57
15	1,59

A razão de I.C. para a I.R. média, para matrizes de mesma ordem, é chamada razão da consistência (R.C.). Uma razão de consistência de 0.10 ou menos é considerada aceitável. Podemos aplicar este teste de consistência ao exemplo.

c) o terceiro passo é aplicar o teste de consistência, conforme a seguir:

### Vetor de prioridades

Opção 1	Opção 2	Opção 3	Opção 4	Opção 5	Opção 6	Opção 7	Opção 8	Opção 9	Opção 10
0,131	0,059	0,029	0,131	0,016	0,131	0,059	0,029	0,285	0,131

Multiplicando os elementos individuais de cada coluna pelos correspondentes do vetor de prioridades, obtemos a matriz abaixo:

	Opção 1	Opção 2	Opção 3	Opção 4	Opção 5	Opção 6	Opção 7	Opção 8	Opção 9	Opção 10	Soma das linhas	Soma das linhas dividida pelos itens do vetor de prioridades
Opção 1	0,131	0,177	0,144	0,131	0,114	0,131	0,177	0,144	0,095	0,131	1,375	10,506
Opção 2	0,044	0,059	0,087	0,044	0,081	0,044	0,059	0,087	0,057	0,044	0,604	10,246
Opção 3	0,026	0,020	0,029	0,026	0,049	0,026	0,020	0,029	0,041	0,026	0,291	10,083
Opção 4	0,131	0,177	0,144	0,131	0,114	0,131	0,177	0,144	0,095	0,131	1,375	10,506
Opção 5	0,019	0,012	0,010	0,019	0,016	0,019	0,012	0,010	0,032	0,019	0,165	10,177
Opção 6	0,131	0,177	0,144	0,131	0,114	0,131	0,177	0,144	0,095	0,131	1,375	10,506
Opção 7	0,044	0,059	0,087	0,044	0,081	0,044	0,059	0,087	0,057	0,044	0,604	10,246
Opção 8	0,026	0,020	0,029	0,026	0,049	0,026	0,020	0,029	0,041	0,026	0,291	10,083
Opção 9	0,393	0,295	0,202	0,393	0,146	0,393	0,295	0,202	0,285	0,393	2,995	10,518
Opção 10	0,131	0,177	0,144	0,131	0,114	0,131	0,177	0,144	0,095	0,131	1,375	10,506
<b>Somatório da coluna - &gt;</b>											103,374	
<b>Somatório da coluna / n (ordem da matriz) = I máx. =</b>											10,337	
<b>Índice de consistência = (I<sub>max</sub> - n) / (n-1) =</b>											0,037	
<b>Índice randômico para matriz de ordem 10 = 1,49</b>							<b>Razão de consistência (R.C.) =</b>				0,025	

Este valor de R.C. < 0,1 assegura que a consistência da matriz de comparação do exemplo é aceitável.

## Anexo 3

## Matriz para obtenção do vetor de prioridades dos Indicadores do BSC

Indicador (número correspondente)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
Indicador	Nível	1	2	1	1	1	1	1	3	0	1	1	2	2	2	1	1	1	3	1	2	1	1	1	2	1	1	2	1
1 Índice de Satisfação de Empregados	1	1	3	1	1	1	1	1	5	1/3	1	1	3	3	3	1	1	1	5	1	3	1	1	1	3	1	1	3	1
2 Percentual da Receita Proveniente de Novos Produtos e Serviços	2	1/3	1	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	3	1/5	1/3	1/3	1	1	1/3	1/3	1/3	3	1/3	1	1/3	1/3	1/3	1	1/3	1/3	1	1/3	
3 Percentual da Receita Proveniente de Contratos de Longo Prazo	1	1	3	1	1	1	1	1	5	1/3	1	1	3	3	3	1	1	1	5	1	3	1	1	1	3	1	1	3	1
4 Percentual da Receita Proveniente de Novos Negócios	1	1	3	1	1	1	1	1	5	1/3	1	1	3	3	3	1	1	1	5	1	3	1	1	1	3	1	1	3	1
5 Valor de Investimentos em Novos Negócios	1	1	3	1	1	1	1	1	5	1/3	1	1	3	3	3	1	1	1	5	1	3	1	1	1	3	1	1	3	1
6 Percentual da Receita Proveniente de Atividades de Serviços	1	1	3	1	1	1	1	1	5	1/3	1	1	3	3	3	1	1	1	5	1	3	1	1	1	3	1	1	3	1
7 Percentual de Ativos ligados a atividades de Serviços	1	1	3	1	1	1	1	1	5	1/3	1	1	3	3	3	1	1	1	5	1	3	1	1	1	3	1	1	3	1
8 Índice de Desenvolvimento de Recursos Humanos	3	1/5	1/3	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1	1/7	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1/5	1/5	1/5	1	1/5	1/3	1/5	1/5	1/5	1/3	1/5	1/5	1/3	1/5
9 Valor Agregado no Negócio	0	3	5	3	3	3	3	3	7	1	3	3	5	5	5	3	3	3	7	3	5	3	3	3	5	3	3	5	3
10 Retorno Sobre Ativos Fixos	1	1	3	1	1	1	1	1	5	1/3	1	1	3	3	3	1	1	1	5	1	3	1	1	1	3	1	1	3	1
11 Custo por Volume Vendido	1	1	3	1	1	1	1	1	5	1/3	1	1	3	3	3	1	1	1	5	1	3	1	1	1	3	1	1	3	1
12 Custo de Pessoal	2	1/3	1	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	3	1/5	1/3	1/3	1	1	1/3	1/3	1/3	3	1/3	1	1/3	1/3	1/3	1	1/3	1/3	1	1/3	
13 Custo de Serviços Contratados	2	1/3	1	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	3	1/5	1/3	1/3	1	1	1/3	1/3	1/3	3	1/3	1	1/3	1/3	1/3	1	1/3	1/3	1	1/3	
14 Custos de correção de pedidos	2	1/3	1	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	3	1/5	1/3	1/3	1	1	1/3	1/3	1/3	3	1/3	1	1/3	1/3	1/3	1	1/3	1/3	1	1/3	
15 Margem Bruta do Negócio	1	1	3	1	1	1	1	1	5	1/3	1	1	3	3	3	1	1	1	5	1	3	1	1	1	3	1	1	3	1
16 Percentual de Ativos com ROA < Expectativa do Mercado	1	1	3	1	1	1	1	1	5	1/3	1	1	3	3	3	1	1	1	5	1	3	1	1	1	3	1	1	3	1
17 Receita Total	1	1	3	1	1	1	1	1	5	1/3	1	1	3	3	3	1	1	1	5	1	3	1	1	1	3	1	1	3	1
18 Percentual de acertos de pedidos	3	1/5	1/3	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1	1/7	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1/5	1/5	1/5	1	1/5	1/3	1/5	1/5	1/5	1/3	1/5	1/5	1/3	1/5
19 Fator de Utilização de Ativos	1	1	3	1	1	1	1	1	5	1/3	1	1	3	3	3	1	1	1	5	1	3	1	1	1	3	1	1	3	1
20 Número de Não Conformidades	2	1/3	1	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	3	1/5	1/3	1/3	1	1	1/3	1/3	1/3	3	1/3	1	1/3	1/3	1/3	1	1/3	1/3	1	1/3	
21 Frequência de Acidentes com Afastamento	1	1	3	1	1	1	1	1	5	1/3	1	1	3	3	3	1	1	1	5	1	3	1	1	1	3	1	1	3	1
22 Taxa de Gravidade de Acidentes	1	1	3	1	1	1	1	1	5	1/3	1	1	3	3	3	1	1	1	5	1	3	1	1	1	3	1	1	3	1
23 Volume Derramado	1	1	3	1	1	1	1	1	5	1/3	1	1	3	3	3	1	1	1	5	1	3	1	1	1	3	1	1	3	1
24 Número de Derramamentos	2	1/3	1	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	3	1/5	1/3	1/3	1	1	1/3	1/3	1/3	3	1/3	1	1/3	1/3	1/3	1	1/3	1/3	1	1/3	
25 Índice de Avaliação de Fornecedores	1	1	3	1	1	1	1	1	5	1/3	1	1	3	3	3	1	1	1	5	1	3	1	1	1	3	1	1	3	1
26 Índice de Satisfação de Clientes	1	1	3	1	1	1	1	1	5	1/3	1	1	3	3	3	1	1	1	5	1	3	1	1	1	3	1	1	3	1
27 Preço Médio de Venda X Preço Concorrência	2	1/3	1	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	3	1/5	1/3	1/3	1	1	1/3	1/3	1/3	3	1/3	1	1/3	1/3	1/3	1	1/3	1/3	1	1/3	
28 Market Share global	1	1	3	1	1	1	1	1	5	1/3	1	1	3	3	3	1	1	1	5	1	3	1	1	1	3	1	1	3	1

Lambda máximo = 28,21 ; Índice de Consistência = 0,0078 e Razão de Consistência = 0,0049

### Anexo 4

#### Matrizes de comparação e testes de consistência dos projetos sob indicadores qualitativos

##### Indicador: Market Share

	Projeto A	Projeto B	Projeto C	Projeto D	Projeto E	Projeto F	Projeto G	Projeto H	Projeto I	Projeto J
Projeto A	1	3	3	3	1/7	7	1/5	3	9	1
Projeto B	1/3	1	3	1/5	1/3	1/7	1/3	1/5	9	7
Projeto C	1/3	1/3	1	1/5	3	1/5	1/5	3	3	1/3
Projeto D	1/3	5	5	1	3	1	1	3	9	1/5
Projeto E	7	3	1/3	1/3	1	1/7	1/5	1	7	7
Projeto F	1/7	7	5	1	7	1	1/7	1/7	9	5
Projeto G	5	3	5	1	5	7	1	1/5	7	5
Projeto H	1/3	5	1/3	1/3	1	7	5	1	7	1/5
Projeto I	1/9	1/9	1/3	1/9	1/7	1/9	1/7	1/7	1	7
Projeto J	1	1/7	3	5	1/7	1/5	1/5	5	1/7	1

	Vetor de prioridades para este critério
Projeto A	0,122
Projeto B	0,062
Projeto C	0,050
Projeto D	0,112
Projeto E	0,106
Projeto F	0,124
Projeto G	0,163
Projeto H	0,136
Projeto I	0,029
Projeto J	0,097

Lambda máx= 20,76

Índice de consistência = 1,196

Consistência Randômica = 1,49

Razão de Consistência = 0,802 **Comparação consistente**

##### Indicador: Satisfação dos Clientes

	Projeto A	Projeto B	Projeto C	Projeto D	Projeto E	Projeto F	Projeto G	Projeto H	Projeto I	Projeto J
Projeto A	1	1/9	1/3	1/9	1/7	1	1/9	1/9	1/9	1/9
Projeto B	9	1	3	1/3	1	7	1	1/3	1	1/3
Projeto C	3	1/3	1	1/3	1/3	5	1/3	1/3	1	1/5
Projeto D	9	3	3	1	3	9	3	5	5	1
Projeto E	7	1	3	1/3	1	3	1/5	1/7	1/5	1/3
Projeto F	1	1/7	1/5	1/9	1/3	1	1/5	1/7	1/5	1/5
Projeto G	9	1	3	1/3	5	5	1	1/3	1	1/3
Projeto H	9	3	3	1/5	7	7	3	1	3	3
Projeto I	9	1	1	1/5	5	5	1	1/3	1	1/5
Projeto J	9	3	5	1	3	5	3	1/3	5	1

	Vetor de prioridades para este critério
Projeto A	0,014
Projeto B	0,084
Projeto C	0,047
Projeto D	0,234
Projeto E	0,059
Projeto F	0,017
Projeto G	0,095
Projeto H	0,193
Projeto I	0,081
Projeto J	0,176

Lambda máx= 11,44

Índice de consistência = 0,16

Consistência Randômica = 1,49

Razão de Consistência = 0,108 **Comparação consistente**

**Indicador: Derramamentos**

	Projeto A	Projeto B	Projeto C	Projeto D	Projeto E	Projeto F	Projeto G	Projeto H	Projeto I	Projeto J
Projeto A	1	1/3	1/5	1/3	3	1	1	1/3	1	1
Projeto B	3	1	1/7	1/7	3	1	1/5	3	1	1/3
Projeto C	5	7	1	5	1/3	3	1/3	1/9	1	1/5
Projeto D	3	7	1/5	1	3	1/7	1/9	1/9	1/9	1/9
Projeto E	1/3	1/3	3	1/3	1	1/9	1/5	1/5	1/9	1/7
Projeto F	1	1	1/3	7	9	1	1/9	1/9	1/7	1/9
Projeto G	1	5	3	9	5	9	1	1/7	1/3	1/5
Projeto H	3	1/3	9	9	5	9	7	1	1/5	1
Projeto I	1	1	1	9	9	7	3	5	1	1/5
Projeto J	1	3	5	9	7	9	5	1	5	1

	Vetor de prioridades para este critério
Projeto A	0,059
Projeto B	0,076
Projeto C	0,093
Projeto D	0,058
Projeto E	0,027
Projeto F	0,053
Projeto G	0,104
Projeto H	0,181
Projeto I	0,146
Projeto J	0,205

Lambda máx= 17,25

Índice de consistência = 0,806

Consistência Randômica = 1,49

Razão de Consistência = 0,541 **Comparação consistente**

**Indicador: Volume Derramado**

	Projeto A	Projeto B	Projeto C	Projeto D	Projeto E	Projeto F	Projeto G	Projeto H	Projeto I	Projeto J
Projeto A	1	9	1	3	3	2	3	1	3	1
Projeto B	1/9	1	1/7	3	3	7	1	1/5	1	1/7
Projeto C	1	7	1	5	1/7	3	1/5	1/7	1/9	1/3
Projeto D	1/3	1/3	1/5	1	1/5	1/5	1/7	1/7	1/7	1/9
Projeto E	1/3	1/3	7	5	1	1/9	1/5	1/5	1/9	1/7
Projeto F	1/2	1/7	1/3	5	9	1	5	1/9	1/7	1/9
Projeto G	1/3	1	5	7	5	1/5	1	1/5	1/5	1/3
Projeto H	1	5	7	7	5	9	5	1	1/5	1
Projeto I	1/3	1	9	7	9	7	5	5	1	1/5
Projeto J	1	7	3	9	7	9	3	1	5	1

	Vetor de prioridades para este critério
Projeto A	0,141
Projeto B	0,055
Projeto C	0,071
Projeto D	0,016
Projeto E	0,047
Projeto F	0,070
Projeto G	0,065
Projeto H	0,159
Projeto I	0,179
Projeto J	0,197

Lambda máx= 15,9

Índice de consistência = 0,656

Consistência Randômica = 1,49

Razão de Consistência = 0,44 **Comparação consistente**

## Referências

1. ANDERSSON, P. ; ARONSSON, H. & STORHAGEN, N. G. Measuring Logistics Performance. *Engineering Cost and Production Economics*, Amsterdam: Elsevier, Vol 17, 1989.
2. BERGIN, S. “Recognizing Excellence in Logistics Strategies”. *Transportation & Distribution*, Cleveland, Ohio: Penton Pub., Oct. 1996.
3. BISPO, C.A.L. & CAZARINI, E.W. A Evolução do Processo Decisório. In: *XVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP 98*, (18: 1998: Niterói, RJ) *Anais...* Niterói: UFF.TEP, 1998.
4. BOWERSOX, D. J. & CLOSS, D. J. *Logistical Management*. New York: McGraw-Hill, 1996. 730 p.
5. CALABI, A.S. et alii. *A Energia e a Economia Brasileira*. São Paulo: Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas / Pioneira , 1983. 250 p.
6. CARVALHO, M.M. & MACHADO, S.A. Indicadores de Desempenho: O caso de uma Instituição de Pesquisa. In: *XVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP 97*, (17: 1997: Gramado, RS) *Anais...* Porto Alegre: UFRGS. PPGE, 1997.
7. CAVALCANTI, M.A.F.D. *Impactos Estratégicos e Organizacionais Decorrentes da Desregulamentação do Setor Petrolífero Argentino*. Rio de Janeiro: PUC-RJ, 1997. 327 p. Dissertação (Mestrado em Administração) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 1997.
8. CHRISTOPHER, M. & WOOD, D. F. *Marketing Logistics*. Oxford, UK: ButterWorth-Heinemann, 1997. 192 p.
9. COPELAND, T et alii. *Valuation - Measuring and Managing the Value of Companies*. New York: John Willey & Sons, 1994. 576 p.
10. EHRLICH, P.J. Modelos Quantitativos de Apoio às Decisões 1- *Revista de Administração de Empresas*. São Paulo: FGV, v 36, n.1, p 33 - 41- jan/fev/mar 1996.
11. \_\_\_\_\_ Modelos Quantitativos de Apoio às Decisões 2- *Revista de Administração de Empresas*. São Paulo: FGV, v 36, n.2 p 44 - 52, abr/mai/jun 1996

12. ENSSLIN, L. & MONTBIBELLIER Neto, G., Quais critérios deve-se considerar em uma avaliação ? In: *XVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP 98*, (18: 1998: Niterói, RJ) *Anais...* Niterói: UFF.TEP, 1998.
13. FARIA, A. C. *A importância do Preço de Transferência na avaliação de desempenho*. São Paulo: FEA-USP, 1996. 194 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) - Faculdade de Economia e Administração – Universidade de São Paulo, 1996.
14. GARTNER, IR et alii. Um Sistema Multicriterial de Apoio à Análise de Projetos em Bancos de Desenvolvimento. In: *XVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP 97*, (17: 1997: Gramado, RS) *Anais...* Porto Alegre: UFRGS. PPGEP, 1997.
15. GOMES, C.F.S. Principais Características da Teoria da Utilidade Multiatributo, e análise comparativa com a Teoria da Modelagem de Preferências e Teoria das Expectativas. In: *XVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP 98*, (18: 1998: Niterói, RJ) *Anais...* Niterói: UFF.TEP, 1998.
16. INSTITUTO BRASILEIRO DO PETRÓLEO (IBP) & FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS (FGV). *Nova regulamentação da Indústria de Petróleo no Brasil*. S.l:s.n., 1996. 299 p.
17. JOHNSTON, D. "Complexity index indicates refinery capacity, value". *The Oil & Gas Journal*, Tulsa, Ok.: Petroleum Pub. Co., 94(12):74-80, Mar. 15, 1996.
18. KAPLAN, R. S. & NORTON, D. P. "The Balanced Scorecard - Measures That Drive Performance" *Harvard Business Review*, Boston: Graduate School of Business Administration, Harvard University, January-February, 1992.
19. LAGENVELD, A.T. "Changes in the Logistics Scene" In: *Logistics : where ends have to meet : proceedings of the Shell Conference on Logistics (1988 : Apeldoorn, Netherlands)*. Oxford,UK, Pergamon, 1989. 234 p.
20. LAMBERT, D.M. & STOCK, J. R. *Strategic Logistics Management* , Homewood, Il, 1993. 862 p.
21. LOPES, U.A.L. *Análise Competitiva de Indústrias: Distribuição de Derivados de Petróleo.*, Rio de Janeiro, COPPE-UFRJ, 1993. 81 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Coordenação de Programas de Pós-Graduação– Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1993.
22. MAURO, C.A. *Preço de Transferência baseado no custo de oportunidade: Um instrumento para promoção da eficácia empresarial* , FEA-USP, 1991. 204 p. Dissertação (Mestrado em

- Ciências Contábeis) - Faculdade de Economia e Administração – Universidade de São Paulo, 1991.
23. MØLLER, C. *Logistics Concept Development. Toward a Theory for Designing Effective Systems*. 238 p. Tese (Ph.D.) Universidade Aalborg , Dinamarca,1994.  
<http://cwis.auc.dk/phd/fulltext/moeller/index.html>
24. NELSON, W.L. "How to compute refinery complexity". *The Oil & Gas Journal*, Tulsa, Ok.: Petroleum Pub. Co., 59(22):109, Jun. 19, 1961.
25. NELSON, W.L. "What is refining complexity ?". *The Oil & Gas Journal*, Tulsa, Ok.: Petroleum Pub. Co., 64(10):93, Mar. 7, 1966.
26. NOVACK, R.A., LANGLEY Jr., C.J. & RINEHART, L. M. *Creating Logistics Value - Themes For The Future*, Oak Brook, Il, Council of Logistics Management, 1995. 259 p.
27. NOVAES, A.G., *Notas de aulas da disciplina de Logística Empresarial*, Curso de Mestrado de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Agosto, 1997.
28. OIL & GAS JOURNAL. "Oil company integration concept questioned". *The Oil & Gas Journal*, Tulsa, Ok.: Petroleum Pub. Co., 79(42):136, Oct. 19, 1981.
29. OZÓRIO, A.C.L. A Criação de um Organismo de Estudos e Formação de Especialistas em Gestão e Planejamento para o Setor Petróleo Brasileiro. , In: *Conferência Rio Oil & Gas*, Rio de Janeiro, IBP, 1998.
30. PALMER, B. "Clique aqui para tomar decisões" Administração Eficaz – Estilos, Idéias e Carreiras In: *Jornal do Brasil*, Suplemento Fortune Américas, Rio de Janeiro, 11 de maio de 1999.
31. PELEIAS, I. R. *Avaliação de desempenho: um enfoque de gestão econômica*, FEA-USP, 1992. 169 p. Dissertação (Mestrado em Contabilidade) - Faculdade de Economia e Administração – Universidade de São Paulo, 1992.
32. PYRA ENERGY GROUP. "Common financial strategies found among top 10 oil and gas firms". *The Oil & Gas Journal*, Tulsa, Ok.: Petroleum Pub. Co., 96(16):27-34, Apr. 20, 1998.
33. RAMOS FILHO, A.C. O Ambiente Organizacional na Indústria de Petróleo, In: *Conferência Rio Oil & Gas*, Rio de Janeiro: IBP, 1998.
34. REGO, J.M.G. et alii. Priorização de Alternativas Agrícolas através de Métodos de Auxílio Multicritério à Decisão. In: *XVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP 98*, (18: 1998: Niterói, RJ) *Anais...* Niterói: UFF.TEP, 1998.
35. SAATY, T. L. *Método de Análise Hierárquica*. São Paulo: McGraw-Hill, Makron, 1991. 367 p.

36. SALOMON, V.A.P. & MONTEVECHI, J.A.B Método de Análise em redes: O Sucessor do Método de Análise Hierárquica ?, In: *XVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP 97*, (17: 1997: Gramado, RS) *Anais...* Porto Alegre: UFRGS. PPGEP, 1997.
37. SOLOMON ASSOCIATES, INC. "*Comparative Fuels Refinery Performance Analysis Methodology*". Dallas, Tx: s.n., 1993.
38. SOLOMON ASSOCIATES, INC. "*Development of Comparative Performance Analyses*". Dallas, Tx: s.n., 1987.
39. THE COLLEGE OF PETROLEUM AND ENERGY STUDIES (CPS). Apostila do curso LM3 - Logistics Management. Oxford, UK: CPS, 1998.
40. THORNBERG, D. Strategic Scorecarding, palestra da AMOCO Progress July 21, 1997.
41. VICTOR, M. *A Batalha do Petróleo Brasileiro*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1970. 405 p.
42. YERGIN, D. *O petróleo: uma história de ganância, dinheiro e poder*. São Paulo: Scritta, 1992. 932 p.
43. ZAMITH, R., SANTOS E.M. e FAGÁ, M.W. Vantagens competitivas no setor de petróleo e gás natural. Conveniência de uma política industrial para o setor., In: *Conferência Rio Oil & Gas*, Rio de Janeiro, IBP, 1998.

## Bibliografia

1. BALLOU, R. *Business Logística Empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física*. São Paulo:Atlas, 1993. 388 p.
2. BOWERSOX, D. J. & CLOSS, D. J. "Brazilian Logistics: A time for transition", *Gestão & Produção*. São Carlos, SP: Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos. A Universidade, v.4 n°2, p. 130-139, Agosto 1997.
3. CHOW, G.; HEAVER, T. D. & HENRIKSSON, L. E. Logistics Performance: Definitions and Measurement. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, Bradford, West Yorkshire, England : MCB University Press. Vol 24, Iss. 1, 1994
4. CHRISTOPHER, M. *Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos - estratégias para a redução de custos e melhoria dos serviços*, São Paulo: Pioneira, 1997. 240 p.
5. EDITORA ABRIL. *Petróleo*. Documento Abril nº1, São Paulo, 1975.
6. GLIDEWELL, M. "Petroleum chain integration". *Hydrocarbon Processing*, Houston, Tx., Gulf Pub. Co., 76(12):67-70, December, 1997.
7. GOMES, C.F.S. & Rocha, M.A.L. Aplicação da Modelagem de Preferências no Apoio à Decisão Multicritério. In: *XVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP 97*, (17: 1997: Gramado, RS) *Anais...* Porto Alegre: UFRGS. PPGEP, 1997.
8. JACKSON, K. "Looking at Logistics". *Petroleum Review*, London: Institute of Petroleum, Dec., 1995, p 546 - 551.
9. JOHNSON, J.C. & WOOD, D. F. *Contemporary Logistics*, Upper Saddle River, NJ, Prentice-Hall, 1996. 622 p.
10. MONTEIRO, M.M. & FREITAS Jr, A. A., Modelo de Avaliação de Projetos em Investimento de Capital. In: *XVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP98*, (18: 1998: Niterói, RJ) *Anais...* Niterói: UFF.TEP, 1998.
11. NAIR, S.K. "Modeling Strategic Investment Decisions Under Sequential Technological Change." *Management Science*, Providence, R.I.: Institute of Management Sciences, v 41, n.2, p 282 - 297 - Feb 1995.

12. OZÓRIO, A.C.L. A Criação de um Organismo de Estudos e Formação de Especialistas em Gestão e Planejamento para o Setor Petróleo Brasileiro , In: *Conferência Rio Oil & Gas*. Rio de Janeiro: IBP, 1998.
13. PORTER, M. E. *Estratégia Competitiva - Técnicas para Análise de Indústrias e da Concorrência*, Rio de Janeiro: Campus, 1995. 362 p.
14. RAZAVI, H. *Financing Energy Projects in Emerging Economies*, Tulsa, Ok.: Penwell Publishing Co., 1996. 288 p.
15. RHODES, A. "Refiners shifting to mergers, alliances to cope during downturn". *The Oil & Gas Journal*, Tulsa, Ok.: Petroleum Pub. Co., 96(51):21-28, Dec. 21, 1998.
16. RODRIGUES, S.A. & PIRES, S.R.I., Gestão da Cadeia de Suprimentos como um novo modelo competitivo: Um estudo empírico. In: *XVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP 97*, (17: 1997: Gramado, RS) *Anais...* Porto Alegre: UFRGS. PPGEP, 1997.
17. SAATY, T. L.- "How to make a decision: The analytic hierarchy process" *European Journal of Operational Research*. Amsterdam: North Holland, 48, p. 9 -26.
18. SARNEY, J. *Petróleo: O Novo Nome da Crise*. Brasília: S.n., 1975. 57 p.
19. STEWART III, G. B. *The Quest for Value: The EVA<sup>tm</sup> Management Guide*, New York: Harper Business, 1991. 320 p.
20. THE ECONOMIST. "Why big is still beautiful". London: Economist Newspaper Ltd., 53-4, Apr. 3, 1999.
21. VARGAS, L.G. An overview of the analytic hierarchy process *European Journal of Operational Research*. Amsterdam: North Holland, 48 p2-8
22. WALLS, M.R. & DYER, J.S. "Risk Propensity and Firm Performance of the Petroleum Exploration Industry" *Management Science*, Providence, R.I.: Institute of Management Sciences, v 42, n.7, p 1004 - 1021 - Jul 1996.