

Jorge Triandopolis Jr

**UTILIZAÇÃO DE TERMELÉTRICAS NA GERAÇÃO DE ENERGIA  
EM UMA UNIDADE DE REFINO DA PETROBRAS – UMA  
ESTRATÉGIA LOGÍSTICA PARA AUMENTO  
DA EFICIÊNCIA EMPRESARIAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção

**Orientador: Prof. Carlos Manuel Taboada Rodríguez, PhD.**

**Florianópolis**

**2002**

Jorge Triandopolis Jr

**UTILIZAÇÃO DE TERMELÉTRICAS NA GERAÇÃO DE ENERGIA  
EM UMA UNIDADE DE REFINO DA PETROBRAS – UMA  
ESTRATÉGIA LOGÍSTICA PARA AUMENTO  
DA EFICIÊNCIA EMPRESARIAL**

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

Florianópolis, 19 de dezembro de 2002

Prof. Edson Pacheco Paladini, Dr.

Coordenador do Programa

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Álvaro Gehlen de Leão, Msc.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**Co-orientador**

---

Prof. Carlos M. Taboada Rodriguez, PhD.

Universidade Federal de Santa Catarina

**Orientador**

---

Prof. Eunice Passaglia, Dra.

Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. João Carlos Souza, Dr.

Universidade Federal de Santa Catarina

A meu pai Jorge pelo exemplo de determinação.  
A minha esposa Silvana pela grandeza de saber lutar  
contra as adversidades.  
A meus filhos Georgia e Jorge por  
minha longa ausência.

## Agradecimentos

Ao professor Leão pela orientação precisa e otimista ao longo deste trabalho.

À amiga Valéria Guimarães pela determinação em ajudar sempre.

Aos amigos Newton e Eduardo pelo incentivo nos momentos difíceis.

Ao amigo e colega Janson pela brilhante colaboração em vários capítulos deste trabalho.

## Resumo

TRIANDOPOLIS JR., Jorge. **Utilização de termelétricas na geração de energia em uma unidade de refino da PETROBRAS. Uma estratégia logística para aumento da eficiência empresarial.** 2002. 157f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

O objetivo desse trabalho é estudar a viabilidade da implantação de uma usina termelétrica dentro de uma instalação da PETROBRAS, com o objetivo primordial de estabelecer uma alternativa logística para aumento da eficiência do complexo industrial, analisando a oferta energética atual e futura, a demanda necessária nos próximos anos e as influências da escassez de energia elétrica para o posicionamento estratégico desta unidade como unidade de negócio rentável no mercado de derivados de petróleo em processo de desregulamentação. A utilização do processo de produção de energia elétrica pela utilização de gás natural tem se mostrado bastante viável no contexto atual, além de proporcionar a produção de outras formas de energia bastante utilizadas na indústria de transformação. Como estratégia de reposicionamento logístico no mercado consumidor local de derivados de petróleo e de lubrificantes naftênicos no mercado nacional e internacional é extremamente importante se garantir a qualidade e o pronto atendimento a estes mercados, principalmente quando se considera a vulnerabilidade da localização da planta de produção de lubrificantes da PETROBRAS localizada no Nordeste com amplo acesso à concorrência internacional, devido a sua proximidade geográfica com os mercados externos e facilidade de aporte de produtos equivalentes via cabotagem. Também é apresentado um estudo sobre a qualidade da energia ofertada até então e suas implicações na cadeia produtiva de derivados e lubrificantes da LUBNOR. Finalmente, é realizado um estudo de viabilidade técnico-econômica sobre o projeto de solução apresentado, com a correspondente análise de sensibilidade a determinados fatores de influência, com o qual se conclui ser viável a adoção do projeto.

**Palavras-chave: 1. Logística. 2. Estratégia. 3. Viabilidade.**

## **Abstract**

TRIANDOPOLIS JR., Jorge. **Utilização de termelétricas na geração de energia em uma unidade de refino da PETROBRAS. Uma estratégia logística para aumento da eficiência empresarial.** 2002. 157f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

The objective of this work is to study the feasibility of the implantation of a power plant inside an installation of PETROBRAS with the fundamental objective of establishing an logistics alternative to increase the efficiency of the industrial compound, analyzing the current and future energy offer, the necessary demand for years to come, and the influences of electric power shortage for the strategic positioning of this unit as a unit of profitable business in the market of derived of petroleum in deregulation process. The use of the process of electric power production through the usage of natural gas has been showing quite a feasibility in the current context, besides providing the production of other ways of energy quite used in the industries of transformation. A strategy of logistic repositioning in the local consuming market place of derived of petroleum and naphthenics lubricants in the national and international market is extremely important to guarantee the quality and service to these markets mainly when considered the vulnerability of the location of the power plant production of lubricants of PETROBRAS, located in the northeast with wide access to international competition due to its geographical proximity to external markets and easiness of contribution of equivalent products by coastal traffic. A study is also presented about the quality of the energy presented up to that time and its implications in the productive chain of derived of petroleum and lubricants of LUBNOR. Finally a study of technician-economical feasibility is accomplished on the solution project presented, with the correspondent sensibility analysis to certain influence factors, which it concludes to be feasible, the adoption of the project.

**Key-words: 1. Logistics 2. Strategy. 3. Feasibility.**

## Sumário

Lista de Figuras	10	
Lista de Quadros	11	
Lista de Tabelas	12	
1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Características da empresa e do ambiente	14
1.2	Visão da indústria do petróleo: porte e competitividade globais	16
1.3	O problema e a oportunidade de ganhos competitivos	18
1.4	Objetivos	20
1.5	Justificativa	21
1.5.1	A busca de estratégias competitivas	21
1.5.2	A oportunidade	23
1.5.3	A viabilidade	25
1.6	Estrutura do trabalho	28
1.7	Limites do trabalho	29
2	A LOGÍSTICA E A ESTRATÉGIA	31
2.1	Análise dos conceitos da logística	32
2.2	Estrutura conceitual da logística	32
2.3	As empresas líderes	34
2.4	As estratégias	35
2.5	O nível de serviço	36
2.6	Formulação da estratégia logística	38
2.7	Modelo e papel estratégico	42
2.8	A logística e o produto	45
2.9	A qualidade e a confiabilidade industrial	47
2.9.1	Conceitos de qualidade	47
2.9.2	Qualidade de energia	48
2.9.3	Confiabilidade no fornecimento de energia	50
2.10	Competitividade e valor	52
2.10.1	Cadeia de valor	52

2.10.2	Medidas operacionais	54
3	ADMINISTRAÇÃO FINANCEIRA – MÉTODOS DE AVALIAÇÃO	57
3.1	Depreciação de ativos imobilizados	57
3.2	Custo do ciclo de vida	59
3.3	Viabilidade	62
3.3.1	Custo de oportunidade	62
3.3.2	Fluxo de caixa	62
3.3.3	Rentabilidade	65
3.3.4	Período de retorno do capital	67
3.3.5	Valor presente líquido	69
3.3.6	Taxa interna de retorno	72
3.3.7	Análise de sensibilidade	73
3.4	Planejamento e projeto	74
3.4.1	O foco do projeto para a organização	75
3.4.2	Interações do projeto com o negócio	76
4	DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO E PERCEPÇÃO DO PROBLEMA	79
4.1	A indústria e o mercado de petróleo	79
4.2	A indústria e o mercado de gás natural	80
4.3	O setor elétrico	81
4.4	O perfil industrial da empresa LUBNOR	82
4.5	A cadeia de processo e suprimento	84
4.6	O cenário empresarial e o setor energia	86
4.6.1	Análise da estrutura da indústria e da concorrência no setor de energia elétrica Brasileiro	88
4.6.2	Análise da estrutura da indústria e da concorrência no setor de petróleo e gás (segmento <i>downstream</i> )	93
4.7	A percepção do problema	95
5	DIAGNÓSTICO E PROPOSTA DE SOLUÇÃO DO PROBLEMA	99
5.1	A coleta de dados e estatísticas	100

5.2	A caracterização do principal problema	104
5.3	Manutenção do paralelismo com a concessionária	107
5.4	Alternativas de solução	111
5.5	A solução proposta	113
6	ANÁLISE E AVALIAÇÃO	117
6.1	Descrição do sistema atual	118
6.2	Objetivos da instalação do novo sistema	119
6.3	Considerações referentes às alternativas tecnológicas avaliadas	119
6.4	Descrição do sistema proposto	120
6.5	Esquema da co-geração com turbina a gás	121
6.6	Características gerais do projeto	122
6.7	Premissas	123
6.8	Estudo de viabilidade técnico-econômica	124
6.9	Análise de sensibilidade	126
6.10	Conclusões	131
7	CONCLUSÃO	132
7.1	Considerações finais	133
7.2	Recomendações para futuros trabalhos	134
	REFERÊNCIAS	136
	APÊNDICE – PLANILHAS DO EVTE	140
	ANEXO – QUADROS DE AFUNDAMENTOS DE TENSÃO	153

## Lista de figuras

Figura 1:	Logística integrada	33
Figura 2:	Rentabilidade da carteira de clientes	37
Figura 3:	Cargas lineares	50
Figura 4:	Cargas não-lineares	50
Figura 5:	Três estratégias genéricas	53
Figura 6:	Relação de fatores durante o ciclo de vida de um investimento	61
Figura 7:	Fluxo de caixa de um projeto	64
Figura 8:	Vista aérea da LUBNOR e suas delimitações geográficas	83
Figura 9:	LUBNOR – Cadeia de suprimentos	85
Figura 10:	Forças que dirigem a concorrência na indústria	86
Figura 11:	Evolução da participação de cada fonte na matriz energética Brasileira	88
Figura 12:	Estrutura da indústria e da concorrência no setor de energia elétrica Brasileiro	89
Figura 13:	Número de desligamentos (por tipo de evento) por ano	100
Figura 14:	Comportamento dos afundamentos de tensão	102
Figura 15:	Perda de produção por classe de equipamento (NS-34)	104
Figura 16:	Topologia do sistema elétrico proposta para a LUBNOR	115
Figura 17:	Diagrama do sistema de co-geração proposto	121
Figura 18:	Sensibilidade ao preço de venda da EE	126
Figura 19:	Sensibilidade ao investimento	128
Figura 20:	Sensibilidade ao preço de compra de EE	129
Figura 21:	Sensibilidade aos ganhos com confiabilidade	130

## Lista de quadros

Quadro 1:	Competências Específicas do Setor Petróleo	16
Quadro 2:	Fluxo de Fundos em Valores Atualizados	70
Quadro 3:	Faltas típicas no sistema da concessionária	110
Quadro 4:	Faltas típicas no sistema da indústria	111
Quadro 5:	Capacidade instalada atual	118
Quadro 6:	Características do projeto	122
Quadro 7:	Características da geração de energia elétrica	122
Quadro 8:	Características da geração de vapor	123

## Lista de tabelas

Tabela 1:	Co-geração – Brasil (MW)	92
Tabela 2:	Análise econômica	126
Tabela 3:	Sensibilidade à venda de EE	127
Tabela 4:	Projeções para aumento de tarifas de geração	127
Tabela 5:	Sensibilidade ao investimento	128
Tabela 6:	Sensibilidade à compra de EE	129
Tabela 7:	Projeções para aumento de tarifas de fornecimento	129
Tabela 8:	Sensibilidade aos ganhos com confiabilidade	130

## **1 INTRODUÇÃO**

Este trabalho propõe estudar a implantação de uma usina termelétrica dentro de uma instalação da PETROBRAS com o objetivo primordial de estabelecer uma alternativa logística para aumento da eficiência do complexo industrial, analisando a cadeia de suprimentos da unidade de negócio, a influência da energia elétrica na qualidade dos produtos e as influências da escassez de energia elétrica para o posicionamento estratégico desta unidade como unidade de negócio rentável no mercado de derivados de petróleo em processo de desregulamentação.

Também será apresentado um estudo de viabilidade técnico-econômica, o qual tentará provar a necessidade e os ganhos da implantação deste projeto.

O projeto prevê um sistema de geração de energia elétrica e de vapor na LUBNOR, a partir do uso de gás natural, para atender o consumo interno sem interferências da concessionária local ao processo produtivo, sem solução de continuidade operacional e considera a venda da energia excedente ao mercado local ou a própria concessionária. O projeto também propõe um elevado nível de serviço, preço competitivo, alta confiabilidade e disponibilidade operacional para o conjunto de fornecimento de energia.

## 1.1 Características da empresa e do ambiente

A Petróleo Brasileiro S.A. – PETROBRAS, implantou uma fábrica de asfalto no Ceará, em 24 de junho de 1966, a Fábrica de Asfalto de Fortaleza. Inicialmente, a unidade processava 450 m<sup>3</sup>/dia de petróleo. Ao longo dos anos, este parque industrial passou por várias ampliações e instalação de novas unidades, alcançando hoje a capacidade de 1.000 m<sup>3</sup>/dia de processamento de petróleo. As instalações industriais foram planejadas e têm sido operadas com a orientação clara de atender à demanda regional de asfaltos, e recentemente (1998), a demanda nacional de óleos básicos naftênicos, com a instalação da primeira fábrica no Brasil de produção de óleos básicos naftênicos.

A partir desta data a unidade passou a ser chamada de Unidade de Lubrificantes e Derivados do Nordeste – LUBNOR, uma das unidades de negócios da PETROBRAS. Como já mencionado esta empresa possui como principais características produtivas as áreas de lubrificantes básicos e asfaltos, além de uma planta de processamento de gás natural.

A planta de produção está inserida em área urbana próxima ao porto de Fortaleza e em região também explorada pelo turismo, o que aumenta o grau de visibilidade quanto à segurança de suas operações relativas a riscos à comunidade e ao meio ambiente. Este aspecto é importante quando se analisa o lado econômico, pois maiores aportes de investimentos em segurança e meio-ambiente são necessários a sua operação em um ambiente mais vulnerável, devido a sua proximidade com o mar e com a comunidade.

Por apresentar uma baixa escala de produção devido ao porte da unidade projetada, seus processos produtivos, logísticos, de segurança e de gestão são muito sensíveis no que se refere aos indicadores de rentabilidade, requerendo um trabalho constante de otimização destes processos.

Entender a cadeia de suprimentos da LUBNOR, e verificar que fatores têm impactado seu nível de serviço e a qualidade de seus produtos, são objetos deste estudo para criar uma alternativa estratégica de melhoria de seus indicadores econômicos e sociais.

A motivação neste campo resulta do conceito de gerenciamento coordenado das atividades relacionadas e do conceito de que a logística adiciona valor aos

produtos e serviços que são fundamentais para a sobrevivência de qualquer empresa.

Este estudo se desenvolve em um momento no qual os fatores intrínsecos de competitividade, relacionados com a indústria do petróleo e petroquímica (ao longo deste texto, chamado de Setor Petróleo), estão sendo questionados, e indicam que este setor necessita de um desenvolvimento estruturado que busque a conquista dos pré-requisitos fundamentais para que sua viabilidade independa de mecanismos de “sustentação artificial”. Uma indústria do Setor Petróleo, para ser rentável, exige alguns pré-requisitos, tais como:

- Abundância de matéria-prima de baixo custo;
- Escalas mundiais de produção;
- Baixos custos operacionais;
- Disponibilidade de tecnologia de última geração;
- Mão-de-obra qualificada;
- Localização geográfica estratégica.

A competência operacional de uma empresa resulta do somatório de diversas competências específicas em cada uma das áreas que compõe o organismo empresarial. Ela implica, portanto, em competência industrial, comercial, administrativa e financeira. Estas, por sua vez, decorrem de competências em graus mais específicos, as quais, em última análise, são os elementos de construção da competência da empresa. Estas competências específicas encontram-se resumidas no quadro 1.

### Quadro 1: Competências Específicas do Setor Petróleo

Industrial	Operação	
	Manutenção	
	Controle de Processos	
	Controle de Qualidade	
	Controle de Custos	
	Segurança e Meio-Ambiente	
	Engenharia	Engenharia de Processos
		Engenharia Básica
		Controle Avançado e Instrumentação
		Orçamento para Projetos
	Suprimento para Projetos	
	Engenharia de Desenvolvimento	
	Catálise	
	Processo	
	Análítica	
Comercial	Suprimentos	
	Comércio Exterior	
	Vendas	
	Assistência Técnica	
	Desenvolvimento. de Aplicações	
	Desenvolvimento. de Produtos	
	Marketing	
	Logística	
Administração e Controle	Recursos Humanos	
	Orçamentos	
	Contabilidade	
	Jurídica	
Financeira		

Fonte: Universidade Federal do Ceará e PETROBRAS. Desenvolvimento Tecnológico da Região Nordeste – Fortaleza, 1999.

## 1.2 Visão da indústria do petróleo: porte e competitividade globais

No item anterior foram discutidos alguns aspectos de rentabilidade ditos como necessários e determinantes para a indústria de petróleo, tais como: matéria prima de baixo custo, qualificação da mão-de-obra, escalas elevadas de produção, baixos custos operacionais, elevado nível tecnológico e localização geográfica estratégica.

Satisfazendo a todos estes pré-requisitos simultaneamente, tal indústria poderia se caracterizar como um *low cost producer* em “escala global”, no sentido de que seu produto poderia ser colocado competitivamente nos mercados de quaisquer

regiões do mundo. Pode ser observado que a indústria instalada no Nordeste, ou mesmo nas regiões mais desenvolvidas industrialmente do país, não satisfaz os pré-requisitos acima. Isto pode ser comprovado pela grande dificuldade que a maioria dos setores industriais brasileiros está tendo para competir em uma economia desordenadamente exposta aos competidores internacionais, que apresentam produtos e preços sem referência na atual estrutura brasileira de produção.

Coloca-se aqui uma questão referente à posição ocupada, no momento, pela indústria de petróleo brasileira em relação aos seus principais competidores. A carência de todos ou de alguns daqueles pré-requisitos pode colocá-la, ou como “seguidora” dos principais competidores, ou como tendo definitivamente “perdido o contato” com os líderes deste segmento, encontrando-se totalmente dependente de mecanismos de “sustentação artificial”, temporários ou definitivos. A ausência de diagnósticos completos sobre a atual competitividade do setor petróleo (aí incluídos todos os aspectos tais como: serviços técnicos, logística, legislação tributária, gestão e estágio tecnológico) impossibilita a indicação precisa da posição competitiva do setor petróleo nacional. O estudo mais recente sobre a competitividade da indústria de extração e refino de petróleo no país foi apresentado em 1993, em trabalho do Ministério da Ciência e Tecnologia<sup>1</sup>, onde diversos autores analisam as tendências internacionais da indústria, a competitividade da indústria brasileira, a política industrial e o papel do Estado, entre outros temas de relevância para este setor.

Este cenário difícil, acima descrito, impõe a busca contínua de alternativas de desenvolvimentos tecnológicos que possam agregar competitividade à indústria brasileira do petróleo e, em particular, à indústria localizada na região Nordeste.

Com a Lei Nº 9.478, de 06 de agosto de 1997, que dispõe sobre as atividades relativas ao monopólio do petróleo e cria a Agência Nacional do Petróleo (ANP), e a sua conseqüente e gradual regulamentação sobre a abertura do mercado de petróleo e seus derivados, o Nordeste se tornou extremamente vulnerável a importação de derivados devido a sua proximidade a mercados produtores externos e a sua distância geográfica dos principais parques de refino da PETROBRAS. A esta questão impõe à LUBNOR a adoção de estratégias logísticas imediatas para proteger seu mercado atual.

---

<sup>1</sup> Ministério da Ciência e Tecnologia, “Estudo da Competitividade da Indústria de Extração e Refino de Petróleo”, MCT/FINEP, 1993

### **1.3 O problema e a oportunidade de ganhos competitivos**

Uma das principais características do processo produtivo da LUBNOR é a sua dependência, como outras empresas de petróleo, da energia elétrica como insumo básico. Mas, além disso, suas perdas de produção não podem ser medidas simplesmente pela falta ou interrupção temporária de energia elétrica, mas também especificamente pela qualidade desta energia no que diz respeito a continuidade e estabilidade nos níveis de tensão e frequência de fornecimento. O processo produtivo de lubrificantes básicos requer uma planta de processos que trabalha em condições extremas de temperatura e pressão e, por isso, deve ter uma característica de produção de elevada estabilidade, evitando-se qualquer parada no processo que leve a mudanças de temperatura e pressão, pois estas oscilações causam fadigas nos materiais reduzindo sobremaneira os tempos de campanha e elevando os custos de produção.

Além dos aspectos já mencionados, é possível perceber a elevada utilização de dispositivos eletrônicos no controle de processo e nos acionamentos dos equipamentos industriais.

A qualidade da energia pode ser definida como a ausência relativa de variações de tensão provocadas pelo sistema elétrico da concessionária, particularmente a ausência de desligamentos, flutuações de tensão, surtos e harmônicos (este pelo lado do cliente), medidos no ponto de entrega de energia (fronteira entre as instalações da concessionária e as do consumidor). Se, entretanto, se verificar o problema sob o ponto de vista do consumidor, “energia elétrica de boa qualidade, é aquela que garante o funcionamento contínuo, seguro e adequado dos equipamentos elétricos e processos associados, sem afetar o meio ambiente e o bem estar das pessoas”. (Bronzeado - CHESF, 1997).

A evolução da eletrônica nos últimos anos, e a sofisticação da engenharia aplicada aos dispositivos industriais são conflitantes com a qualidade da energia disponibilizada pelas concessionárias de energia elétrica.

O uso mais intenso de variadores de velocidade no acionamento de motores elétricos, sem a avaliação do seu comportamento frente às depressões de tensão da rede elétrica, tem causado impactos significativos na produção das plantas de processo.

Em muitos casos as oscilações na rede de fornecimento causaram desligamentos de cargas acionadas por variadores de velocidade e estes desligamentos, por serem de cargas principais na planta, levaram a total parada do processo produtivo. Esta estatística será apresentada e comentada ao longo deste trabalho.

Um dos fatores analisados no processo de produção é a qualidade da energia elétrica desde sua fonte geradora até o ponto de entrega na unidade industrial. A energia é fornecida pelo sistema de transmissão da Companhia Hidrelétrica do São Francisco – CHESF e a distribuição dentro do estado do Ceará pela Companhia Energética do Ceará – COELCE.

Como a cidade de Fortaleza e, especificamente, a unidade industrial da PETROBRAS, estão localizadas no final do sistema de transmissão e distribuição da CHESF e COELCE respectivamente, o nível de problemas cresce significativamente, causado pela distância e pelo nível de curto-circuito do sistema elétrico no ponto de entrega.

Constata-se, dessa forma, o elevado número de ocorrências em oscilações de tensão e frequência causadas pelos mais diversos motivos como será possível mostrar através de estatísticas coletadas no local.

Os afundamentos variam aproximadamente entre 67% e 88%, com durações entre 28ms e 770ms. O número elevado de eventos desta natureza aumenta sobremaneira o risco do colapso geral no fornecimento de energia da LUBNOR, assim como também eleva o número de operações do disjuntor de interligação e o desligamento constante das cargas selecionadas no sistema de descarte, sistema este já implementado.

No passado, a questão da qualidade da energia não era importante por dois motivos principais: o primeiro deles porque a maioria dos usuários não necessitava de um fornecimento de energia de alta qualidade, já que seus processos e equipamentos não eram tão sensíveis aos distúrbios relacionados com a qualidade, o segundo deles está relacionado com as empresas brasileiras de eletricidade que, há quase meio século, operam dentro de um regime de monopólio de tarifas com base no custo do serviço, significando que todo aumento ou redução de custos não implicava em aumento ou redução dos lucros respectivamente.

Atualmente, a questão da qualidade de energia elétrica surge como um fator muito mais relevante e necessário aos vários envolvidos no sistema elétrico. A

deterioração da qualidade pode provocar ineficiências técnicas e econômicas com significativas perdas para a comunidade e especificamente para a indústria.

A revista *Business Week* (apud Simões 2001), informava que em 1991, a “poluição” elétrica estava custando cerca de US\$ 26 bilhões por ano em danos e atitudes preventivas, só nos Estados Unidos; esta “poluição” está aumentando, projetando-se que, no fim de milênio, 60% da energia elétrica estaria circulando por cargas não-lineares, e que a maioria destas cargas seriam do tipo eletrônica.

Diante de um mercado globalizado crescentemente competitivo, o assunto da qualidade tem se tornado de fundamental importância no cenário econômico nacional, uma vez que os modernos processos industriais produtivos podem sofrer interrupções mais ou menos longas devido às variações momentâneas de tensão, implicando em significativas perdas econômicas, e também porque a sensibilidade dos equipamentos aos distúrbios originários do sistema elétrico tem aumentado.

Por outro lado, a desregulamentação do setor elétrico incorpora uma mudança na atuação das empresas brasileiras de eletricidade que, reduzindo seus custos, podem aumentar seus lucros, sem que a tarifa seja modificada.

O *The Wall Street Journal* e a *Newsweek Magazine* (apud Simões 2001) estimam que nos EUA, os prejuízos anuais em decorrência de falhas de equipamentos eletroeletrônicos, provocados por problemas de qualidade de energia elétrica – substancialmente, por depressões de tensão, causadas por curtos-circuitos em pontos remotos no sistema de distribuição e de transmissão – têm sido da ordem de duas dezenas de bilhões de dólares.

No Brasil, o cenário é semelhante e vem sendo agravado à medida que as indústrias investem em automação nos seus sistemas produtivos. Estima-se que, no Brasil, os prejuízos associados sejam da ordem de US\$ 2 bilhões anuais.

## **1.4 Objetivos**

Este trabalho se propõe a estudar a utilização de uma usina termelétrica como fonte de energia elétrica principal em uma unidade de negócios da PETROBRAS como uma alternativa viável e segura para garantir a fluxo da cadeia de suprimento e a conseqüente melhoria na rentabilidade e no nível de serviços

desta unidade, além de levar a empresa a atingir sua meta maior, que é o maior retorno possível sobre o investimento ao longo do tempo.

Além disso, tem como segundo objetivo, considerando as possibilidades de aumento do portfólio de produtos da LUBNOR, verificar a possibilidade de agregar um novo negócio à unidade produtiva visando aumentar sua rentabilidade e a oferta de energia ao mercado local.

## 1.5 Justificativa

A busca incessante pela redução dos custos de produção, a necessidade sempre constante de novas alternativas estratégicas para aumento da competitividade da LUBNOR e a percepção clara de que a qualidade do fornecimento de um dos seus principais insumos está aquém das necessidades operacionais da unidade, estimularam a necessidade de um estudo para solucionar ou reduzir o impacto desse problema. Os itens a seguir apresentam as justificativas desse projeto.

### 1.5.1 A busca de estratégias competitivas

A competência estratégica, aqui entendida como o conjunto de capacidades essenciais ao direcionamento dos negócios, tornou-se um requisito fundamental para o sucesso também na indústria do Setor Petróleo. Esta competência apóia-se em diversos fatores, começando por um profundo conhecimento das relações econômicas globais e de sua influência sobre o cenário petroquímico mundial e regional. Em particular, requer-se o conhecimento e compreensão das ações dos grandes *players* mundiais e seu efeito sobre a “curva de competitividade”. Ou seja, verificar que efeito as ações em curso e as ações previsíveis têm e virão a ter sobre uma determinada empresa, com relação a sua posição na “curva de competitividade”. A ameaça óbvia para uma determinada empresa é que estes movimentos possam colocá-la numa posição pior do que a posição *laggard*, que é aquela ocupada pelo último produtor que consegue vender seu produto, com

resultados marginais. Ou seja, o *laggard* determina o preço de venda que, em geral, é muito próximo dos seus custos desembolsáveis. Qualquer outro produtor, com custos desembolsáveis superiores ao do *laggard*, terá que vender seu produto com prejuízo real, situação que não pode ser mantida por períodos prolongados; eventualmente, estes produtores retiram-se do mercado.

Uma empresa e sua competência estratégica pode, além de prever e analisar os movimentos dos grandes *players*, estabelecer seus próprios movimentos para, dentro dos limites que lhe são impostos pelas suas próprias condições de contorno, escapar da ameaça acima mencionada.

Pode ainda posicionar-se numa situação confortável na “curva de competitividade”, percebendo níveis de rentabilidade positivos e superiores ao nível mínimo requerido para o reinvestimento, possibilitando dessa forma, não apenas a sua continuidade operacional, mas também o seu crescimento. Evidentemente, a posição de qualquer produtor na “curva de competitividade” é definida pelo custo unitário total do seu produto. Quanto menor seu custo total, mais a empresa se aproxima do *lowest cost producer* e maior a rentabilidade de sua operação.

Nas indústrias de petróleo e petroquímica básica são fatores primordiais à competitividade: matéria-prima abundante e barata; escala de produção; integração vertical; acesso aos mercados; e acesso a tecnologias modernas. O reconhecimento deste fato tem levado os grandes *players* às megafusões, às integrações *up* e *downstream* e, em particular, à pressão sobre organismos de regulação de seus países sede ou internacionais, para a total abertura de todos os mercados, exceto os próprios. Isto é, em última análise, o objetivo do processo, antigo de fato, mas recentemente rebatizado de globalização. O efeito mais pronunciado da globalização é uma “exportação” de preços, no sentido de que os preços nos mercados regionais ficam determinados ou são funções dos preços de exportação praticados nos países de origem. Muitas vezes, os preços finais nos mercados regionais de destino são inferiores aos preços que os produtores locais teriam que praticar para auferir uma rentabilidade mínima aceitável.

O efeito final é a paralisação da atividade produtiva no mercado de destino. Portanto, a competência estratégica tem que ser de tal magnitude que, além de garantir uma posição confortável na curva de competitividade, proporcione à empresa local condições de enfrentar, com sucesso, as adversidades decorrentes do processo de globalização.

## 1.5.2 A oportunidade

Fatores objetivos que justificam a proposição da implantação do novo sistema de co-geração na LUBNOR e demonstram a oportunidade do projeto:

- Qualidade da energia: a LUBNOR tem enfrentado inúmeros problemas operacionais em função de péssima qualidade de energia fornecida pela concessionária da região.
- Continuidade do quadro: a perspectiva atual é de agravamento deste quadro pela ausência de investimentos contratados que revertam, na região, a qualidade da energia ofertada. O posicionamento geográfico da região de Fortaleza, frente às fontes principais geradoras de energia (Tucuruí/Paulo Afonso), caracteriza a deficiência como de natureza estrutural; Fortaleza é o consumidor mais distante das fontes geradoras de energia da CHESF, convivendo com as perturbações naturais de regiões localizadas em pontos finais de sistemas de transmissão.
- Oferta de gás natural na região: a conclusão do Gasoduto Guamaré – Pecém, em conjunto com o atraso dos empreendimentos do Pecém (novo pólo industrial no Ceará), criou uma super oferta de gás natural na região, o que torna a geração de energia elétrica, a partir do gás natural, uma alternativa a ser praticada intensamente pela PETROBRAS na região, beneficiando-se dos investimentos por ela mesma realizados e, ao mesmo tempo, favorecendo, pelo exemplo, a adoção, por outros, desta alternativa técnica de geração de energia e vapor.
- Interesse do governo em estimular projetos de geração de energia elétrica: a existência de uma política governamental que estimula tais investimentos caracteriza-se como uma excelente oportunidade de ganho de competitividade para a LUBNOR e a possibilidade de colocar no seu portfólio a oferta de energia elétrica para empreendimentos industriais que já são parceiros em outras atividades.

Os grandes problemas enfrentados pela LUBNOR na sua cadeia produtiva estão de alguma forma ligados a qualidade da energia elétrica nos seus processos.

Foram analisados diversos casos que levaram a perdas consideráveis no atendimento ao mercado de lubrificantes e outros derivados e, principalmente, ao

acréscimo no custo de produção, que atinge diretamente os indicadores econômicos do negócio.

Como uma empresa geralmente não está habilitada a controlar seu fluxo de produto inteiro no canal, desde a fonte da matéria-prima até o ponto final de consumo, esta se torna uma ótima oportunidade. Normalmente, o controle gerencial está sobre o suprimento físico imediato e sobre os canais de distribuição física. O canal de suprimento físico refere-se ao hiato de tempo e espaço entre as fontes de material imediato de uma empresa e seus pontos de processamento. A seleção das fontes de suprimento é uma das atividades de suporte em uma cadeia de suprimentos de uma empresa que ocorrem em todo o canal logístico e pode ser, no caso em estudo, melhor gerenciada se estiver sob o controle da própria empresa.

Como o estoque é essencial à gestão logística, porque na indústria do petróleo é impossível fornecer produção instantânea e cumprir os prazos de entrega aos clientes, o estoque funciona como regulador entre a oferta e a demanda, de forma que os produtos, requeridos pelos clientes, possam sempre estar disponíveis conforme o nível de serviço adotado entre fornecedor/cliente e dar a requerida flexibilidade à produção e à logística.

Segundo Ballou (2001), para se obter este nível de confiança na cadeia de suprimentos é necessário implementar mudanças na forma de aquisição de insumos e a forma de gerenciá-los.

Outro aspecto a ser considerado é o do meio-ambiente. A LUBNOR, por estar inserida em uma região que, além de industrial, tem elevado índice de residências ao seu redor, e por estar localizada no litoral da cidade de Fortaleza, próximo a praias e a regiões turísticas tem em seu modelo de gestão de segurança e meio-ambiente característica especial de controle e de combate a sinistros, além, é claro, da consciência social sobre as questões ambientais.

O risco de acidentes cresce à medida que se expõe a planta de processo a condições mais severas de operação e, no caso em questão, quando estas plantas sofrem mudanças continuadas de temperatura e pressão causadas por problemas na qualidade da energia elétrica que interrompem o ciclo de produção e a qualidade dos produtos. As estatísticas que serão apresentadas neste estudo irão mostrar que os riscos de poluição por emissão de gases e efluentes podem ser reduzidos por um melhor controle na qualidade do fornecimento de energia elétrica.

Os diversos aspectos individuais referentes a processos, produtos, segurança das pessoas e comunidade e controle ambiental são a base para a análise dos investimentos e de parte do plano estratégico para melhorar a rentabilidade da unidade de negócio LUBNOR, objeto deste estudo.

### 1.5.3 A viabilidade

Os mercados mundiais de eletricidade estão tumultuados. Segundo Mikovich (2001), no mercado dos Estados Unidos, uma combinação da mal feita desregulamentação da Califórnia, e do crescimento do consumo americano que superou os acréscimos à capacidade de geração. A Califórnia teve racionamento no verão de 2001. Até mesmo o carvão, normalmente abundante e o principal combustível para a geração de eletricidade, causou problemas, com os preços subindo, em alguns casos, quase 130% em relação a 1998.

Some-se tudo isso e a conta de energia de todos os tipos continua subindo. Esses gastos subiram 39%, entre 1998 e 2000, apesar do baixo crescimento da economia, conforme estimativa do relatório *Standard & Poor's DRI* (2001). Isso representa um grande golpe na economia. De fato, o aumento dos preços de energia desde 1998 – perto de US\$ 200 bilhões – é o dobro dos US\$ 100 bilhões que poderiam ter sido injetados na economia em 2001, pelo corte de impostos propostos pelo governo Bush.

Essa perda vem exatamente quando o país está mais vulnerável do que a dois anos ao impacto estagflacionário dos altos preços de energia. O crescimento econômico caiu para 2% anuais no primeiro trimestre de 2001, versus 5% em 2000, e a inflação subiu 3,2% anuais. O maior fator por trás da alta da inflação foi o aumento de 34% anuais nos preços da eletricidade e do gás natural no primeiro trimestre de 2001, segundo o relatório do *Standard & Poor's DRI* (2001).

Também os lucros das empresas foram duramente atingidos. No primeiro trimestre de 2001, de acordo com cálculo baseado em dados de mais de 800 empresas do *BusinessWeek Corporate Scoreboard*, a alta dos preços de energia contribuiu para um declínio de 26% nos lucros, o maior em quase 10 anos.

O panorama tende a mudar, a medida que as forças do mercado ajudem a elevar a oferta. Como já ocorreu no passado, os altos preços sustentados de energia provocam forte reação, encorajando os produtores a elevar a oferta e incentivando esforços de conservação por parte dos usuários.

Por exemplo, os altos preços do gás natural, no início do ano de 2001, provocaram uma corrida para a exploração de gás. Com isso, o número de equipamentos de perfuração em operação é o maior, hoje, desde 1986. A prospecção de petróleo também aumentou. O banco *Lehman Brothers* (2002), informa que as empresas americanas de petróleo e gás aumentaram seus orçamentos mundiais de exploração e produção em aproximadamente 19% em 2001. Quanto à eletricidade, o *North American Electric Reliability Council* (2002) prevê um forte aumento na capacidade de geração. A sua projeção é de um acréscimo de capacidade de 100 mil a 200 mil MW até 2004, contra apenas 60 mil MW de demanda adicional.

No cenário brasileiro, o colapso na oferta de energia abortou a retomada do crescimento econômico. A despeito dos péssimos efeitos desse desastre que foi a crise energética, fica pelo menos uma janela aberta para algumas iniciativas úteis: redefinir o modelo do setor energético brasileiro, limpar a agenda de contenciosos entre governo, agência reguladora e setor privado que está acumulada nos últimos anos e tratar de recuperar os ânimos dos investidores privados na área.

Há uma clara divisão no entendimento do que significa, no entanto, rever o modelo do setor: aprofundar a privatização e completar o processo de constituição de um sistema competitivo e de livre mercado, iniciado em 1995, ou interromper por algum tempo esse caminho e recolocar as empresas estatais do sistema ELETROBRAS como entidades principais para alavancagem dos investimentos em expansão de geração e transmissão de energia.

A definição do caminho a seguir, para evitar que a crise de energia retorne, no entanto, não é simples. Ao contrário, há fortes convicções dos dois lados. Os privatistas estão absolutamente seguros de que o que deu errado e levou o país ao caos energético foi ter demorado tanto na conclusão do modelo de transição do regime estatal para o privado. Os antiprivatistas, por sua vez, sustentam que faliu a privatização feita a toque de caixa, movida por interesses meramente fiscais e cambiais do governo, e que a transferência de ativos públicos para companhias privadas não agregou nenhum novo MW sequer à produção nacional de energia.

Assim, a opção do governo poderá ser pela convivência, por alguns anos, de um sistema misto; híbrido com geração e transmissão majoritariamente estatais, e com as empresas privadas gerenciando um pedaço menor da geração e da transmissão, mas com participação hegemônica na distribuição de energia.

Do lado do gás, a PETROBRAS já participa de 14 projetos de usinas térmicas, por meio de uma sociedade de propósito específica, atuando como atenuadora de riscos. Se essas usinas de pequeno porte entrarem em funcionamento nos próximos dois anos, terão acrescentado 5,7 mil MW à capacidade de geração do país.

Em setembro de 1999, já ciente de que o país rumava para uma crise de energia, o governo criou um plano emergencial de estímulo à construção de 55 termelétricas que agregariam 17 mil MW à capacidade instalada. Seria um sistema de produção de energia complementar às hidrelétricas que representaria um acréscimo de 25% na oferta do insumo. O plano do então ministro de Minas e Energia identificava, neste conjunto de usinas térmicas, 23 projetos com capacidade de adicionar 12 mil MW até 2003. Quase nada disso saiu do papel por absoluta falta de pressa do governo em resolver pendências de regulamentação, depois de 20 meses de anúncio desse plano. Os empresários do setor privado, interessados na construção das térmicas, queriam algumas garantias que não vieram a tempo, dentre elas a questão do risco cambial, a garantia de venda da energia gerada e a redução dos prazos dos contratos de fornecimento com a GASPETRO – subsidiária da PETROBRAS, segundo o Instituto Nacional de Eficiência Energética (2001).

A hipótese será investigada através de uma análise de viabilidade técnico-econômica (EVTE) com avaliação do valor presente líquido (VPL).

Os principais pontos a serem investigados são:

- Duplicar o sistema de co-geração da LUBNOR com um incremento em 3,35 MW da oferta interna de energia;
- Estabelecer parcerias com empreendimentos industriais contíguos a LUBNOR, instalados e/ou em instalação, para fornecimento de energia elétrica e/ou vapor;
- Adotar tecnologias, no novo sistema de co-geração, que suportem com eficiência a adoção de um paralelismo com o sistema elétrico da concessionária, criando a alternativa de exportar a energia utilizando o

sistema de distribuição já instalado, caso um sistema alternativo entre as empresas interessadas e a LUBNOR seja inviável;

- Implantar um sistema de uso da energia gerada que elimine integralmente as atuais deficiências. A proposta é adotar uma estratégia de operação que especialize cada um dos sistemas, ficando um sistema com toda a demanda operacional contínua da fábrica e o segundo sistema com as cargas eventuais (recebimento de petróleo, partida de unidades, etc) e exportação da energia restante;
- Estudar as demandas de energia (elétrica, vapor, consumo de gás natural associado) e o mercado de energia elétrica (legislação, preços e oferta);

## **1.6 Estrutura do trabalho**

O presente trabalho está apresentado em capítulos dispostos da seguinte forma:

O capítulo um apresenta uma visão global da dissertação, iniciando com uma breve apresentação do ambiente empresarial da indústria do petróleo, do problema identificado na cadeia de suprimentos da unidade de produção analisada e da oportunidade de ganhos com a solução deste problema. Este capítulo mostra, também, os principais objetivos do trabalho, seus limites e apresenta uma justificativa para a implementação de uma solução adequada ao problema apresentado.

Os capítulos dois e três, referentes a revisão da literatura, apresentam alguns dos principais conceitos da logística na área de estratégia empresarial, faz uma abordagem sobre como as empresas líderes se estruturam na sua organização logística e estratégica, mostra a importância da manutenção de um elevado nível de serviço no campo produtivo, relaciona a importância da melhoria logística para estratégia corporativa e também a importância da qualidade e da confiabilidade industrial para a linha de produção. Também apresenta uma abordagem sobre gestão financeira de empresas e técnicas de avaliação de desempenho e de viabilidade na análise econômica de projetos.

O capítulo quatro mostra o perfil da indústria de petróleo, o mercado de energia elétrica e gás natural, a cadeia de suprimentos da indústria em análise, o cenário empresarial e a concorrência no setor petróleo e de energia elétrica no Brasil e, finalmente, o problema detectado e seus impactos associados.

No capítulo cinco é apresentado um diagnóstico do problema através de uma coleta de dados significativa, no qual pode ser caracterizado o principal problema e, também, são justificadas algumas premissas para a topologia do sistema elétrico, formas de operação mais adequadas e quais as alternativas de solução para o problema, com a conseqüente melhora na qualidade da energia disponível ao processo.

O capítulo seis apresenta a análise e avaliação da solução do problema, com uma descrição das características gerais do projeto, os pressupostos ao seu desenvolvimento e, finalmente, uma avaliação econômica sobre o projeto de solução do problema através de um estudo de viabilidade técnico-econômica.

Finalmente, o capítulo sete apresenta as conclusões e recomendações do trabalho, apresentando os resultados do estudo de viabilidade e sugerindo um estudo sobre os tributos incidentes e o aproveitamento de incentivos governamentais para projetos similares.

## **1.7 Limites do trabalho**

O trabalho irá tratar de uma das partes do problema. Dentro do enfoque do objetivo geral, serão diagnosticadas a forma da composição dos suprimentos básicos produtivos, sua qualidade e implicações na produção. Daí, então, será proposta uma solução economicamente viável analisada com as ferramentas discutidas ao longo deste trabalho.

O escopo desse trabalho não irá abranger todas as possibilidades logísticas e mercadológicas possíveis de serem estudadas. Outros tópicos poderão ser enfocados e trabalhados dentro do mesmo contexto de geração própria, tais como, mas não limitado a:

- Avaliar os custos de distribuição e transporte da energia elétrica através das redes existentes ou novas;

- Avaliar o modelo de contrato a ser firmado com a concessionária local;
- Estudar os vários modelos de negócios e de gestão para a criação de um sistema de co-geração de energia e a participação da LUBNOR neste modelo;
- Estudar o mercado consumidor de energia, identificando os principais clientes e os preços que este mercado está disposto a pagar;
- Estudar o atual mercado atacadista de energia e sua influência no modelo em análise;
- Estudar a legislação do setor elétrico e seu impacto no modelo de negócio proposto;
- Estudar as implicações do câmbio no preço do gás natural e seus reflexos na formação dos preços da energia elétrica produzida pelas termelétricas;
- Estudar a logística de distribuição mais adequada para a energia elétrica excedente;
- Avaliar o volume de gás natural na região e sua disponibilidade ao longo do tempo (evolução da oferta);
- Estudar a evolução da demanda de gás natural na região do problema em análise;
- Verificar outras formas de combustíveis possíveis de serem utilizadas.

## 2 A LOGÍSTICA E A ESTRATÉGIA

Segundo Bowersox et al. (1989), a Logística foi definida pelos gregos como: “A ciência do correto raciocínio pelo significado da matemática”.

Em 2002, o CLM (*Council of Logistics Management*) definiu logística, como: É a parte do processo da cadeia de suprimentos que planeja, implementa e controla a eficiência, a efetiva entrega e o fluxo reverso e o armazenamento de bens, serviços e informações relacionadas entre o ponto de origem e o ponto de consumo de forma a atender os requisitos dos clientes.

O conceito de logística se originou na área militar onde foi e é largamente utilizado. Já na esfera do gerenciamento científico, encontram-se poucas similaridades com a logística militar.

Não existe propriamente uma definição universal de logística, que pode ser discutida nas empresas ou universidades, mas a definição algumas vezes é voltada à descrição da logística de forma comum, chamada de 7R's que pode ser encontrada em muitas versões: “Assegurar a disponibilidade do produto certo, na quantidade certa, em condições adequadas, no local certo, no prazo certo, para o consumidor certo, com os custos certos”.

A palavra chave desta definição para a logística é **disponibilidade**, pois é um objetivo bastante prático assegurar a disponibilidade do produto em suas diversas fases. Assim, se pode dividir o conceito de logística em três categorias:

- Orientada ao suprimento
- Orientada à produção
- Orientada à distribuição

## 2.1 Análise dos conceitos da logística

Christopher (1992) mostra o potencial de emprego da logística nas áreas de estratégia empresarial e renova seu papel como uma vantagem competitiva das organizações para se diferenciar de seus concorrentes.

Para um melhor entendimento desta evolução, Christopher, identifica três paradigmas, que estão descritos a seguir:

- Perspectiva analítica – baseada em modelos matemáticos e simulações;
- Perspectiva tecnológica – baseada na tecnologia da informação;
- Perspectiva conceitual – baseada nas explicações de inter-relações logísticas.

Evidentemente tais paradigmas não fornecem soluções suficientes separadamente ou em conjunto, devido a:

- Mudança nas situações de mercado;
- Novas tecnologias – especialmente no campo da informação;
- Divisão vertical do trabalho – criação de novas organizações;
- Aumento da demanda de mercado por maior eficiência – qualidade, produtividade e prazo;
- Novas necessidades – preocupação ecológica.

Dessa forma se percebe a necessidade de desenvolver um novo paradigma que inclua, dentre outros, os seguintes elementos:

- O fluxo de material seja visto como um elemento integrante à companhia;
- O fluxo de material seja visto como um objeto e como um todo (conjunto);
- O fluxo de material deve incluir todo o ciclo de vida do produto;
- A abordagem seja interdisciplinar e situacional.

## 2.2 Estrutura conceitual da logística

Começando pelo próprio conceito de logística, o comércio o entende como administração de estoque; a indústria como transporte. Mas logística é muito mais do que isso; é integrar todo o fluxo de materiais e informações no mesmo foco gerencial, abrangendo fornecedores e varejo.

É todo um processo de planejamento, de operação e de controle de fluxo de matéria-prima até o produto acabado e das informações. No entanto, para se obter êxito, há uma palavra-chave: parceria. Esse é um conceito que deve estar sempre presente na discussão comercial na área de tecnologia, na logística. A operação precisa de três vencedores: o fornecedor, a companhia e o cliente.

A explosão da logística como um instrumento de eficiência e redução de custos ocorreu nos Estados Unidos, com a criação do conceito de "logística integrada", mostrado na figura 1.

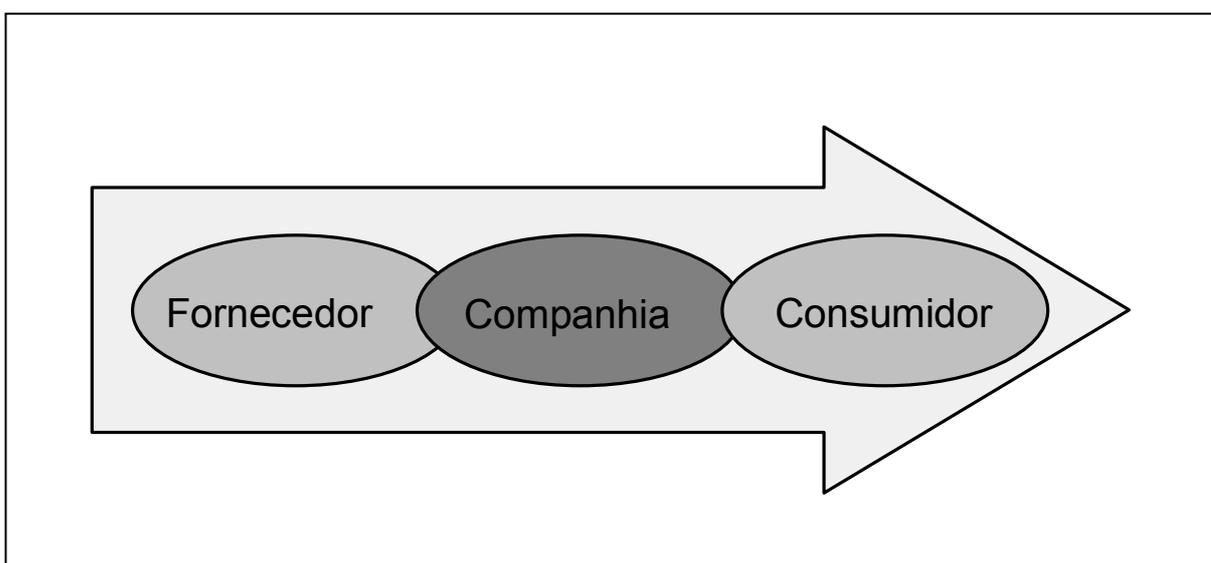


Figura 1. Logística integrada.

Atualmente, se está vivendo uma segunda fase chamada de *Supply Chain Management*, que pode ser traduzida como gerência da cadeia de abastecimento, ou seja, a integração plena de fornecedores, transportadores e distribuidores, tanto no fluxo de produtos como de informações.

Uma terceira etapa, ECR - *Efficient Consumer Response* (ou Resposta Eficiente ao Consumidor), propõe uma modificação total - fluxo de produtos, de informações e de caixa -, com o objetivo de eliminar tempo, custo e estoques. Eficiência é ter um custo logístico que represente aproximadamente 10% do preço FOB (sem frete) da mercadoria. Esse custo abrange o transporte e a distribuição, agregando ainda o custo da informação, o serviço ao cliente e a cadeia de materiais.

## 2.3 As empresas líderes

A análise através do *Benchmarking* das empresas aponta para um modelo característico de estrutura organizacional, postura estratégica frente ao mercado e comportamento gerencial que as distingue das demais empresas como as que têm melhor aplicação tática, maior flexibilidade aos impactos do mercado, estratégia de vantagem competitiva a seus produtos e a logística como um processo de agregação de valor. De acordo com Bowersox et al (1989), as empresas líderes possuem características e qualidades comuns que podem ser mais bem explicadas da seguinte forma:

### Quanto à estrutura organizacional

- Possuem organização logística consolidada;
- Encorajam reorganizações freqüentes para obter vantagem competitiva;
- Tendem a favorecer um controle centralizado;
- Tornam-se mais centralizadas enquanto adaptam a estrutura organizacional para a missão;
- São responsáveis por um staff e funções de linha mais tradicionais;
- Estão mais aptas a funções logísticas externas;
- Tendem a gerenciar mais além.

### Quanto à postura estratégica

- Têm uma grande tendência a gerenciar a logística como um processo de valor agregado;
- Refletem um forte compromisso para obter e manter a satisfação de seus clientes;
- Possuem grande flexibilidade, principalmente em se adaptar a questões não rotineiras;
- Estão mais bem posicionadas para enfrentar eventos inesperados;
- São mais dispostas a usar serviços de fornecedores externos;
- Estão mais aptas a ver as relações de provedores de serviços como alianças estratégicas;
- Antecipam-se no uso futuro de serviços externos.

### **Quanto ao comportamento gerencial**

- Empreendem mais esforços em planejamento logístico;
- Estão mais aptas para publicar seus compromissos de performance e padrões, distribuindo estatutos específicos de sua missão;
- Respondem efetivamente a eventos não planejados;
- Utilizam regularmente um amplo leque de medição de performance, incluindo gerenciamento de ativos, custo, serviço ao cliente, produtividade e qualidade;
- São usuárias significativas de TI (Tecnologia da informação);
- Possuem aplicações de computador em estado da arte e planejam mais atualizações e expansões;
- Estão mais envolvidas em novas tecnologias como o EDI (Intercâmbio Eletrônico de Dados) e IA (Inteligência Artificial).

## **2.4 As estratégias**

Segundo Bowersox et al. (1989), as operações típicas dos fabricantes têm como premissa a aquisição a baixo custo; de materiais, componentes e trabalho. Isto requer sistemas de distribuição de produtos acabados que operem a baixo custo total e que sejam capazes de prover serviços confiáveis de alta qualidade a seus clientes. Esta complexidade de produção exige o desenvolvimento de uma logística integrada. Como os produtores operam normalmente fora de suas áreas geográficas, o desenvolvimento de estratégias diferenciadas e adequadas a cada empresa e mercado se justifica como uma forma de ganho competitivo.

Ainda de acordo com Bowersox, é possível se verificar como algumas estratégias são estruturadas e com que finalidade:

### **Baseada no Processo**

Gerenciar um amplo grupo de atividades logísticas como uma cadeia de valor agregado. Sua ênfase é alcançar a eficiência a partir do gerenciamento de compras, cronograma do processo de produção e a distribuição física como um sistema integrado.

### **Baseada no Mercado**

Relaciona o gerenciamento de um limitado grupo de atividades logísticas através da multidivisão de negócios ou através de múltiplas unidades de negócio.

A organização logística quando segue a estratégia baseada no mercado, procura por:

- a) Fazer embarques conjuntos de produtos aos clientes em nome de diferentes unidades de negócio ou grupo de produtos (60% das empresas).
- b) Facilitar as vendas e a coordenação logística por uma única fatura. Frequentemente os vendedores seniores e executivos de logística se reportam ao mesmo gerente (30% das empresas).

### **Baseada no Canal**

Está focada no gerenciamento das atividades logísticas feitas em combinação com revendedores e distribuidores. A orientação do canal ocorre com atenção no controle externo.

Empresas que se concentram na estratégia baseada no canal normalmente têm significativas quantidades de estoque de acabados para expedição ou na saída do canal de distribuição (10% das empresas).

## **2.5 O nível de serviço**

O resultado esperado de todo esforço na atividade de logística é o nível de serviço prestado ao cliente. As empresas contratam e capacitam pessoas, investem em equipamentos modernos e em tecnologia de informação, utilizam métodos modernos de gerenciamento dos negócios, desenvolvem fornecedores, tudo isso para colocar em prática um sistema logístico capaz de adicionar valor para seus clientes através de um nível de serviço que a diferencie das demais empresas que atuam no mesmo segmento de mercado.

Um primeiro ponto a ser analisado para o incremento do nível de serviço e qual a estratégia a ser adotada, é qual e que tipo de segmento de mercado a empresa deseja atingir e quais os elementos que irão compor o serviço a ser prestado.

Alguns autores fazem determinadas divisões para a composição destes elementos e os dividem em algumas áreas: Para Figueiredo (2000) devem-se classificar os clientes de acordo com a rentabilidade que eles proporcionam à empresa. Essa análise permite conhecer o custo real do serviço e então ajustar o nível de serviço de acordo com os diversos perfis de clientes.

A análise da rentabilidade dos clientes permite que as empresas possam ter em mãos dados importantes e utilizar essas informações como oportunidades estratégicas. Alguns aspectos devem ser priorizados:

### Atender melhor aos clientes mais rentáveis

No Brasil, no início da implantação dos métodos de gestão pela qualidade total, se afirmava que todos os clientes devem ser bem tratados e de forma igualitária. Entretanto, no meio do ambiente de negócios, e com uma análise de custos bem estruturada, se percebe que isto é pouco provável. Os bancos usam essa técnica com seus clientes especiais, pois conseguem distinguir que apenas 20% destes são os responsáveis por 80% de seus lucros (regra de Pareto) – ver figura 2. Assim, é necessário se ter a idéia de que prestar um bom serviço não significa oferecer o mesmo nível de serviço para todos os clientes.

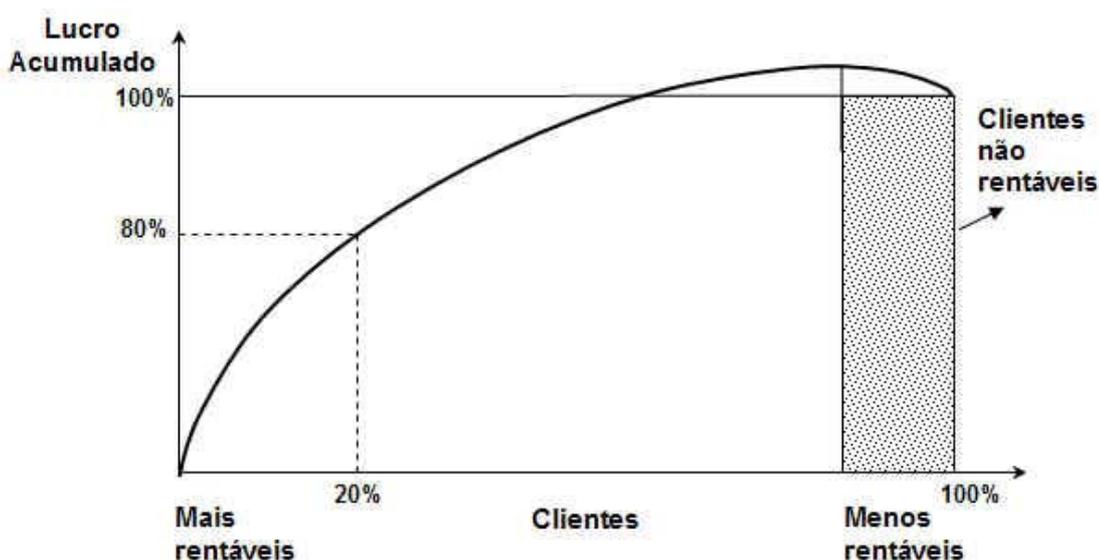


Figura 2: Rentabilidade da carteira de clientes

Fonte: FLEURY, Paulo Fernando... [et al]. Logística Empresarial – São Paulo: Atlas, 2000

### **Conhecer o custo do serviço ao cliente**

Todo o serviço deve ser cobrado. Por esta razão deve-se conhecer o custo deste serviço. Se uma empresa mantém seu centro de atenções apenas no custo do produto, o esforço que realiza para atender às exigências dos clientes ficará diluído anonimamente entre todos eles, impedindo de tomar decisões de preços competitivos. Deve ser estudada e elaborada uma lista dos custos logísticos de atender determinado cliente.

### **Utilizar as informações para a formação dos preços**

Existem clientes onde o nível de serviço exigido é bem mais baixo. Muitos destes clientes negociam por preços mais baixos que os demais para um mesmo produto com a afirmação que não utilizam o mesmo nível de serviço que os demais. Eles estão certos. Com uma estrutura de custos de qualidade, a segmentação dos níveis de serviço entre os clientes se pode trabalhar com preços diferenciados, obtendo vantagem competitiva no segmento de mercado por oferecer melhores preços a determinados clientes.

### **Negociar o nível de serviço e o custo correspondente**

As parcerias de sucesso são aquelas em que os fornecedores sabem perfeitamente quanto custa servir um cliente e quanto se perderia se deixassem de servi-lo. O nível de serviço deve ser ajustado conforme as necessidades do cliente, evitando nível de serviço acima do necessário, o que acarretaria em preços de produto mais elevados, e um serviço de baixa qualidade, que poderia provocar a perda do cliente.

## **2.6 Formulação da estratégia logística**

O elemento fundamental para uma logística de classe mundial é atingir a integração das operações internas e externas. Esta integração requer uma clara identificação das competências logísticas para que a estratégia do empreendimento seja alcançada. O desdobramento das funções logísticas deve ser usado na formação de uma base de competência na empresa.

A estruturação da logística, visando chegar à excelência da sua utilização estratégica, deve passar por um desenvolvimento e adequação do modelo atual e incluir abordagens como o custeio baseado em atividades (ABC), *benchmarking* e iniciativas efetivas na área de qualidade. Também devem ser considerados todos os fatores externos que, de qualquer forma, influem no desempenho da empresa: fatores tributários, legislação ambiental e outros aspectos legais, principais concorrentes, características do mercado consumidor, dentre outros.

Para desenvolver todo este processo de mudanças, Bowersox e Closs (1996) citam a reengenharia de processos de Hammer (1994) como um método para implementar a integração dos sistemas. A idéia básica é identificar e estudar os passos necessários para desenvolver um trabalho específico no sentido de aumentar as chances do processo de integração. Não existem regras específicas para se estabelecer uma iniciativa de reengenharia. Não obstante, existem quatro fatores mais comuns para aumentar a integração de alguns aspectos das atividades em revisão. Primeiro, estar baseada na análise de sistemas para aumentar a integração das atividades em revisão. Em segundo lugar, o *benchmarking* é uma parte crítica na reengenharia. Em terceiro, as atividades sob análise devem ser decompostas e analisadas de forma individual para se evitar valores médios para o resultado global e se obter uma integração efetiva. E, em quarto lugar, manter continuamente o processo de reengenharia, na busca da qualidade.

### **Integração de sistemas**

Quando a logística integrada é avaliada sob o ponto de vista de sistemas, se requer um compromisso entre as áreas funcionais da empresa. A área de produção, normalmente, reduz seus custos através de grandes lotes de produtos produzidos e compras em grande escala. Entretanto, a logística se preocupa com o custo total e o atendimento ao cliente de forma mais personalizada. No lado financeiro, a questão de estoques baixos é fundamental. Apesar da boa prática, deve existir a preocupação com o comprometimento da viabilidade das operações, o que pode acarretar em um maior custo total. Já para a gerência de marketing, o ideal é ter produtos acabados sempre disponíveis nos locais de atendimento, o que pode conflitar com o melhor arranjo logístico de distribuição. A questão principal é avaliar os *trade-offs* das funções durante o planejamento estratégico.

## **Benchmarking**

Uma das formas de avaliação dos processos é o *benchmarking*. Trata-se de uma técnica para avaliação da eficiência de como a empresa executa determinada tarefa ou como domina uma especialização específica através da identificação da melhor prática destas atividades encontrada no mercado em outras empresas e, por meio de comparação e sistemática de melhoria contínua e aprendizado, se alcançar um desempenho superior.

Para que essa técnica possa oferecer o desempenho esperado, é necessário que esteja suportada por dois paradigmas básicos: a convicção de que empresas de classe mundial devem buscar o aperfeiçoamento contínuo em todas as suas operações e a também de estar convicta de que as melhores práticas devem ser identificadas, estudadas e aplicadas na empresa. Normalmente essa busca pela melhor prática significa buscar os elementos fora da própria empresa.

## **Custeio baseado em atividades**

A maioria das práticas de contabilidade gera médias que escondem os custos reais da execução de atividades específicas ou da prestação de um determinado serviço a um determinado cliente. O desafio é o de apurar os custos com base nas atividades para refletir de forma real os custos da empresa.

Segundo Kaplan (1998), os sistemas ABC (custeio baseado em atividades) exigem uma nova forma de pensar. Os sistemas de custos tradicionais respondem à perguntas do tipo: “Como a empresa pode alocar custos para gerar relatórios financeiros e controle de custos por departamentos?” Os sistemas ABC exigem uma outra forma de pensar e fazem perguntas inteiramente diversas:

- Que atividades estão sendo executadas pelos recursos organizacionais?
- Quanto custa executar atividades organizacionais e processos de negócios?
- Quanto de cada atividade é necessário para os produtos, serviços e clientes da organização?

O custeio baseado em atividades proporciona elementos mais detalhados para a avaliação de desempenho. As organizações podem decidir terceirizar determinadas atividades logísticas para conseguir vantagens econômicas e estratégicas.

## **Busca da qualidade**

A reengenharia é o instrumento que permite que as empresas melhorem continuamente a qualidade de seus processos, produtos e serviços.

Um dos objetivos da logística é o aperfeiçoamento da qualidade. O gerenciamento da qualidade total (TQM – *Total Quality Management*) tornou-se um compromisso em todos os ramos industriais.

O entendimento do TQM passa pelo entendimento de dois conceitos muito importantes: qualidade e controle. A palavra controle deve ser entendida com o conceito utilizado no Japão, significando administração, gerência. Gerenciar uma empresa no TQM significa conduzir simultaneamente duas ações básicas: rotina e melhoria. Este foi um dos conceitos básicos sobre administração que Juran (1984) levou para o Japão em 1954.

Rotina significa permanecer no rumo atual, obedecer às normas, evitar mudanças. Sempre que algum problema ocorrer atua-se na sua causa básica para se prevenir reincidências. Se a Rotina estiver bem montada, nada muda na empresa e ela continuará produzindo os mesmos produtos, na mesma qualidade, com o mesmo custo e na mesma quantidade. Isto não é tão ruim, pois algumas mudanças em qualidade, custo ou quantidade podem causar problemas à empresa.

Muito embora a Rotina traga previsibilidade à empresa, ela pode também trazer a séria ameaça de perda de competitividade por imobilidade gerencial. Daí a importância de Melhorias, a outra parte do gerenciamento.

Melhoria significa mudanças, movimento decisivo para níveis de desempenho nunca antes alcançados. As Melhorias correspondem à ação dos gerentes no sentido de criar novos produtos, processos e mercados: reduzir custos e acidentes, aumentar a produção, a qualidade e o lucro.

Como pode ser observado, o sistema gerencial do TQM traz implícito, dentro de si, dois subsistemas gerenciais: um para Rotina e outro para Melhorias. Este fato, segundo Juran (1984), caracteriza uma nova escola de administração; aquela que em vez de dar ênfase à administração como uma seqüência de atividades, coloca a nova ênfase nas grandes diferenças entre criar e prevenir. Esta concepção é talvez a maior contribuição de toda obra de Juran.

## 2.7 Modelo e papel estratégico

A gerência tem explorado à exaustão as oportunidades de redução de custos na produção de seus bens. O mesmo não ocorre na logística, na qual tais oportunidades ainda são enormes. Essa realidade torna a melhoria na logística tão importante para a estratégia corporativa quanto a melhoria na manufatura e no marketing.

A alta direção ainda enxerga operações e logística como tática por natureza, projeta a estratégia sem suas considerações e relega-lhes um papel de minimização de custo.

As razões para essa atitude ultrapassada de modelo gerencial podem ser, dentre outras:

- O domínio de certas funções de determinadas áreas na formulação da estratégia corporativa;
- Uma visão de curto prazo das contribuições de operações e logística;
- Uma crença de que operações e logística são especialidades técnicas e não funções estratégicas do negócio.

Para simplificar, o modelo logístico pode ser dividido em dois segmentos: logística de entrada e de saída. A logística de entrada é referente ao fornecimento de todos os materiais e componentes necessários para a fabricação dos produtos, inclusive os insumos básicos como a energia; já a logística de saída envolve a forma como os produtos acabados movem-se desde sua montagem, através de distribuição e armazenamento, até o consumidor final.

Essa forma de divisão (que de fato não deveria existir) facilita a caracterização dos diferentes *trade-offs*. Estes *trade-offs* não podem ser analisados isoladamente, mas devem ser vistos no contexto dos objetivos globais de desempenho da empresa.

Conforme análise de alguns autores, uma forma de simplificar essa análise é utilizar o modelo de logística global citado por Dornier et al. (2000), que possui três dimensões e que pode ser utilizado como uma excelente ferramenta analítica.

### **Três dimensões de operações e logística**

- **Funcional:** Natureza Interfuncional. Interfaces entre as áreas de marketing, finanças e fabricação. O processo logístico cruza todas essas áreas criando interações. Deve-se evitar predominância gerencial de uma área funcional e incentivar a cooperação entre as funções.
- **Setorial:** Integração entre empresas – Parcerias. A principal idéia é a de que os mercados são formados por compradores e vendedores (fornecedores e clientes). Com uma integração bem sucedida na cadeia de suprimentos, com o compartilhamento de recursos, organização, estratégias, dentre outros, as empresas podem otimizar o canal total, eliminando as ineficiências que somente adicionam custo sem agregação de valor ao processo. Por exemplo: um fabricante de produtos de limpeza e higiene não deve ver os supermercados, que são seus pontos de venda, como seu cliente final. O consumidor é o cliente final e os supermercados o meio pelo qual o fabricante entrega seu produto. Assim ambos, através da coordenação de suas atividades, podem e devem otimizar a cadeia mútua de suprimentos.
- **Geográfica:** Identificar as características dos mercados onde se atua, os fatores de diferenciação entre nações e que fatores influenciam na efetividade das funções, como a produtividade do trabalhador, a adaptabilidade do processo, as regulamentações e os assuntos governamentais. Além disso, deve considerar as distâncias envolvidas, pois o transporte e a distribuição física têm muita importância, assim como também devem ser consideradas as dificuldades de gerir negócios dispersos geograficamente.

### **Relacionamento entre as três dimensões**

O objetivo global da otimização de qualquer sistema logístico é maximizar a lucratividade. Para identificar a melhor orientação para a Logística, Dornier et al. (2000) define três tipos básicos de orientação:

- Logística orientada para recursos;
- Logística orientada para a informação;

- Logística orientada para o usuário.

A logística orientada para recursos é o gerenciamento de diferentes recursos (capital, materiais, pessoas) necessários para a fabricação de produtos a serem entregues ao consumidor final. Foca o relacionamento entre as dimensões funcionais e geográficas. Vendo o mundo como um fornecedor de recursos e como um mercado de clientes, percebemos como uma dimensão pode se beneficiar da outra.

Pode-se decidir buscar diferentes localidades geográficas, como locais de fabricação, minimizando o custo de mão-de-obra, ou centralizar a manufatura em uma determinada localidade e obter economias de escala.

A ênfase da logística, então, é a de orientar-se em direção à otimização do uso de recursos.

A logística orientada para a informação refere-se à gestão da informação como fonte de vantagem competitiva. O sistema logístico está diretamente envolvido com o fluxo de informações (e.g. disponibilidade de produtos, prazo de entrega, necessidade dos clientes). A logística orientada para a informação refere-se ao relacionamento entre a dimensão setorial e a dimensão geográfica.

Fornecedores podem oferecer informações a respeito dos últimos desenvolvimentos de um determinado produto, enquanto a empresa de transporte permite acesso a novos mercados (e.g. pedidos pelo correio). Parceiros logísticos podem oferecer acesso a informações em áreas não tradicionalmente englobadas na visão da empresa

A logística orientada para o usuário foca o cliente final. Parceiros da cadeia logística podem analisar em conjunto o sistema logístico existente, identificar gargalos e redundâncias e conjuntamente aperfeiçoá-lo. O principal objetivo é o de manter os clientes existentes.

As empresas podem melhor cooperar para desenvolver tecnologias, uma vez que cada parceiro pode trazer sua competência básica para tratar dos problemas enfrentados.

Mantendo o foco orientado para o usuário, o sistema logístico ganha flexibilidade nas respostas às necessidades dos clientes pela combinação de diferentes empresas por meio da correta coordenação.

## 2.8 A logística e o produto

Conforme descrição de Ballou (2001), o produto é o foco do projeto do sistema logístico porque ele é o objeto do fluxo no canal logístico e porque, de fato, é ele quem gera a receita da empresa.

Segundo definição de Juran (1989), o produto é a saída ou o resultado de qualquer atividade ou processo.

O processo para satisfazer a demanda dos clientes começa com o fornecimento de insumos que fluem através das operações de fabricação e continuam até a distribuição aos clientes. A forma ideal de gerenciar este processo é considerá-lo como um todo, evitando fragmentá-lo em várias partes estanques entre si. Entretanto, o que realmente acontece na maioria das empresas é a dissociação dos processos, levando a uma redução da eficiência do sistema e reduzindo a qualidade dos produtos. Como as organizações normalmente crescem organicamente, elas têm uma tendência a aumentar os processos existentes de forma pouco organizada e sem uma devida análise de sua real necessidade. Isto resulta em mais ineficiência agregada ao sistema, tornando mais difícil a análise interna na busca de soluções de otimização do processo e, conseqüentemente, da qualidade do produto.

Para se obter uma forma uniforme de fluidez para o fluxo logístico é necessária uma orientação que facilite o gerenciamento do processo do seu início até o seu final. No gerenciamento de um processo industrial, como em uma refinaria de petróleo, onde se deve assegurar um elevado nível de eficiência, o processo inteiro é gerenciado como um sistema e não como uma série de atividades em cascata.

A reunião das habilidades ou capacidades dos membros da cadeia de suprimento é o meio mais efetivo de satisfazer as necessidades dos clientes. A execução de múltiplas atividades de agregação de valor por uma única empresa sem a sinergia, a reunião e a coordenação de todas as atividades em um único sistema tende reduzir a efetividade de agregação de valor ao cliente.

Segundo Christopher (1999), tornar a rede de organizações mais eficientes na satisfação das exigências dos clientes finais requer, como mencionado, um alto nível de cooperação entre as organizações participantes e a necessidade de tornar os

relacionamentos intensos, para trazer benefícios a todos. A constante troca de informações entre os parceiros é o aspecto principal de sustentabilidade da rede. Isso significa tornar visíveis todas as etapas dos canais de informação para assegurar que a área de produção e o fornecimento dos produtos sejam orientados pela demanda real dos clientes, evitando-se as previsões nem sempre próximas da demanda real.

O problema criado pela falta de integração dos organismos da rede leva, conseqüentemente, à perda na qualidade dos produtos, redução do nível de serviços e elevação dos custos em toda a cadeia podendo, ainda, no caso do abastecimento da cadeia, comprometer o nível de produção e levar a prejuízos diretos para a programação de produção. Para evitar que a distribuição dos produtos seja comprometida, a organização, em primeira instância, eleva seus níveis de estoque para não inviabilizar a previsão de demanda dos seus compromissos.

A elevação dos níveis de estoque tem uma dimensão de longo prazo: aumenta os custos, reduz a lucratividade, imobiliza o capital de giro, incorre em riscos típicos de armazenagem, prejudica os espaços reservados para armazenagem de outros produtos, aumenta os custos de manutenção dos estoques e eleva os custos de seguro.

Um dos principais aspectos na análise do produto é a disponibilidade de fornecimento dos insumos e a qualidade destes insumos. A escassez de material pode causar sérios problemas para a cadeia de suprimentos, forçando as empresas a reprojeter suas tecnologias de equipamento de processo ou até mesmo seus produtos para minimizar o uso de materiais ou serviços escassos. Em alguns casos problemas de suprimento derivam de um quadro inadequado de fornecedores ou da infra-estrutura.

Faltas nos suprimentos e programas irregulares podem criar um caos no processo de planejamento da cadeia de suprimentos. A reação típica de manter altos níveis de estoque torna impossível ter, em certas redes de empresas, os princípios do fornecimento e produção JIT (*Just in time*).

Uma falta de equipamentos e tecnologias de processo em determinados locais pode também limitar seriamente os processos de desenvolvimento e produção de determinados produtos.

## 2.9 A Qualidade e a confiabilidade industrial

A gerência através qualidade tem sido, ao longo das últimas décadas, a forma mais adequada que as empresas encontraram para obter produtos e serviços em conformidade com as necessidades de seus clientes. Um outro aspecto a ser observado na obtenção desses produtos e serviços é a confiabilidade operacional para a manutenção da integridade dos homens e equipamentos, redução das perdas de produção, melhoria da qualidade dos produtos e serviços e para atender aos elevados níveis de automação empregados na indústria.

### 2.9.1 Conceitos de qualidade

A qualidade começou a ser incorporada à produção industrial a partir da década de 20, com o propósito de impedir que produtos defeituosos chegassem às mãos dos consumidores. Em uma época de produção em massa e com os mercados em crescimento, foram introduzidas as primeiras técnicas de controle estatístico da qualidade através do controle final do produto. Foram criados, então, os departamentos de controle de qualidade.

Após a Segunda Guerra Mundial, começou a ser adotado o controle de processos, onde a qualidade era garantida desde o projeto até o acabamento. Eram criados os CEP's (Controle Estatístico de Processo) cuja meta era o zero-defeito.

Esse conceito evoluiu para a garantia da qualidade, que consiste na sistematização, por normas escritas, dos padrões e requisitos para cada etapa do processo produtivo. O objetivo é garantir qualidade uniforme para todos os produtos e serviços. Tais normas são organizadas nos Manuais da Qualidade das empresas.

A partir da década de 60, o ambiente de negócios começa a mudar. O mercado nos países desenvolvidos vai ficando saturado e os consumidores demandam produtos diferenciados. A alta tecnologia passa a ser adotada nos processos produtivos. As barreiras do comércio internacional são reduzidas e a competição internacional se intensifica.

Existem várias definições para Qualidade, dadas por diferentes autores. A mais sintética e abrangente é a dada por Juran (1979), uma das maiores

autoridades mundiais em garantia e controle da qualidade: “qualidade é adequabilidade para o uso”.

Assim, um produto ou serviço é considerado de qualidade quando for adequado ao uso a que se destina.

Esta definição poderia ser ampliada, de acordo com Calegare (1985), para: qualidade é o conjunto das melhores características de um produto ou serviço, para certas condições de consumo ou utilização.

É importante observar que a adequabilidade para o uso deve ser entendida, em última análise, como aquela julgada pelo usuário ou consumidor como o conjunto das características que ele considera benéficas para si próprio, ao preço que está disposto a pagar. Assim, diferentes consumidores poderão ter pontos de vista diferentes a respeito da qualidade de um certo produto ou serviço, dependendo das características que cada um considerar importantes.

A qualidade, então, se volta para a plena satisfação do cliente e recebe o nome de Qualidade Total. O conceito de qualidade, portanto, teve significados diferentes nas últimas décadas.

## 2.9.2 Qualidade de energia

No passado, a questão da qualidade da energia elétrica não era importante por dois motivos principais: o primeiro deles porque a maioria dos usuários não necessitava de um fornecimento de energia de alta qualidade, já que seus processos e equipamentos não eram tão sensíveis aos distúrbios relacionados com a qualidade, o segundo deles está relacionado com as empresas brasileiras de eletricidade que, há quase meio século, operam dentro de um regime de monopólio de tarifas com base no custo do serviço, significando que todo aumento ou redução de custos não implicava em aumento ou redução dos lucros respectivamente.

Atualmente, a questão da qualidade da energia elétrica surge como um fator muito mais relevante e necessário aos vários envolvidos no sistema elétrico. A deterioração da qualidade pode provocar ineficiências técnicas e econômicas com significativas perdas para a comunidade.

A revista *Business Week* (apud Simões 2001) informava que a baixa qualidade da energia elétrica estava custando cerca de US\$ 26 bilhões por ano em danos e atitudes preventivas, nos Estados Unidos. E essa baixa qualidade estaria aumentando, projetando-se que, no ano 2000, 60% da energia elétrica estaria circulando por cargas não-lineares, e que a maioria dessas cargas seria do tipo eletrônica.

Diante de um mercado globalizado crescentemente competitivo, o assunto da qualidade tem se tornado de fundamental importância no cenário econômico nacional, uma vez que os modernos processos industriais produtivos podem sofrer interrupções mais ou menos longas devido às variações momentâneas de tensão, implicando em significativas perdas econômicas. E, também, porque a sensibilidade dos equipamentos aos distúrbios originários do sistema elétrico tem aumentado.

Por outro lado, a desregulamentação do setor elétrico incorpora uma mudança na atuação das empresas brasileiras de eletricidade que, reduzindo seus custos, podem aumentar seus lucros, sem que a tarifa seja modificada.

A expectativa de melhoria na qualidade do fornecimento de energia, com o novo mercado em criação, deverá ser atendida através do aumento da competitividade entre as empresas de energia.

A seguir será abordada a questão da qualidade da energia elétrica. Também será apresentada sua definição e a identificação dos seus principais distúrbios e suas causas.

### **Definição da qualidade da energia elétrica**

Qualidade da energia elétrica pode ser definida como a ausência relativa de variações de tensão provocadas pelo sistema da concessionária, particularmente a ausência de desligamentos, flutuações de tensão, surtos e harmônicos (este pelo lado do cliente), medidos no ponto de entrega de energia (fronteira entre as instalações da concessionária e as do consumidor). Se, entretanto, o problema for analisado pela ótica do consumidor, de acordo com Bronzeado (1997) tem-se a seguinte definição: “energia elétrica de boa qualidade é aquela que garante o funcionamento contínuo, seguro e adequado dos equipamentos elétricos e processos associados, sem afetar o meio ambiente e o bem estar das pessoas”.

### Distúrbios relacionados com a qualidade da energia elétrica

Ainda de acordo com Bronzeado (1997), em um sistema elétrico trifásico ideal, as tensões em qualquer ponto deveriam ser, de forma permanente, perfeitamente senoidais, equilibradas, e com amplitude e frequência constantes. Qualquer desvio, acima de certos limites, na característica desses parâmetros pode ser considerado como uma perda de qualidade de energia. Ou seja, existe um problema de qualidade de energia sempre que ocorre um desvio na forma de onda da tensão de alimentação. Portanto, a qualidade de energia, na maioria dos casos, poderia ser representada pela qualidade da tensão elétrica do ponto onde a carga está ligada.

Entretanto, a natureza das cargas conectadas à rede elétrica de distribuição, cujas correntes solicitadas são também senoidais, são ditas lineares e apresentam formas de onda de corrente e tensão, conforme a figura 3. Para outras cargas, chamadas de não lineares, as correntes são distorcidas – vide figura 4.

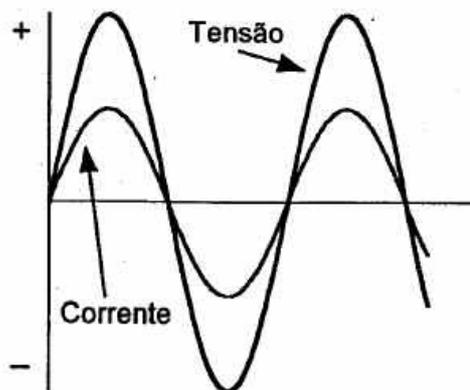


Figura 3. Cargas lineares

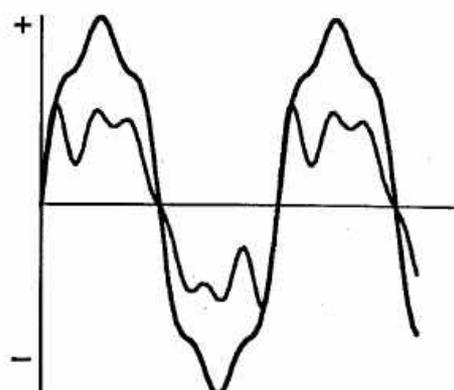


Figura 4 Cargas não lineares

### 2.9.3 Confiabilidade no fornecimento de energia

A confiabilidade de um sistema, obtida a partir do conhecimento da confiabilidade individual dos componentes do mesmo, denomina-se confiabilidade estrutural. A razão desta expressão prende-se ao fato de que a confiabilidade depende do tipo de estrutura em que estão conectados os componentes do sistema. Mais ainda, leva-se em conta a possibilidade de se ter elementos, dentro da estrutura, trabalhando em diversas condições ou regimes. Examina-se, em seguida,

a associação de componentes em série, em paralelo, mista e o caso em que, entre  $n$  unidades idênticas, somente  $r$  são necessárias para o sucesso.

Quando a estrutura do sistema não puder ser enquadrada em nenhuma das acima citadas, técnicas mais gerais devem ser empregadas, como o método da inspeção, decomposição dos cortes ou outros. Deve ficar esclarecido que o tipo de associação dos componentes, para fins de confiabilidade, resulta das condições de trabalho impostas ao mesmo. Pode-se, assim, se obter um diagrama de confiabilidade diferente da associação real. Por exemplo, quando duas linhas de transmissão redundantes trabalham em paralelo, o diagrama de confiabilidade é análogo ao real. Caso as linhas não sejam redundantes, a falha de uma acarreta a falha da outra por sobrecarga e o diagrama de confiabilidade consiste de dois componentes em série. Existem vários procedimentos para o cálculo da confiabilidade: os métodos de rede, do espaço de estados, Monte Carlo e árvore de falhas. Todos eles possuem vantagens e desvantagens.

### **Confiabilidade da interligação entre o autoprodutor e a concessionária**

Manter a confiabilidade de serviços em uma interligação entre autoprodutor e concessionária é uma das mais importantes responsabilidades das partes integrantes do sistema. Este assunto deve receber uma atenção especial durante o projeto e construção dos equipamentos e instalações do sistema autoprodutor.

Os equipamentos devem ser projetados para resistirem às fadigas elétricas e mecânicas que podem ocorrer quando estes são submetidos a elevadas correntes de falta. O projeto de interligação do sistema autoprodutor deve prever capacidade suficiente para as linhas e equipamentos de maneira que as falhas ocorridas em equipamento não resultem, normalmente, na interrupção da carga utilizada pelo autoprodutor em suas instalações industriais, nem ocasionem a interrupção de fornecimento à concessionária.

### **Fatores que afetam a confiabilidade do sistema**

Alguns dos principais fatores que afetam a confiabilidade de interligações são:

- Adequada capacidade de transmissão e transformação;
- Habilidade de equilibrar cargas e geração;
- Pronto desligamento das linhas e equipamentos afetados;
- Habilidade de retorno à operação do equipamento de geração;

- Habilidade na operação de equipamentos, tal como disjuntores, sem dependência da energia do sistema;
- Habilidade de se estabelecer arranjos alternativos de linhas e equipamentos.

Esta lista não é completa, mas cobre as principais categorias que devem ser observadas a fim de garantir a operação confiável do sistema.

## **2.10 Competitividade e valor**

A perspectiva de uma empresa baseada na atividade serve como alicerce para uma reflexão sobre estratégia em diversos negócios. Obter vantagem competitiva é explorar o papel de produtos ou serviços complementares na competição em alguns setores. As atividades constituem também a ferramenta básica para a análise das vantagens ou desvantagens competitivas da diversificação. A capacidade de agregar valor competindo em diversas áreas de negócio pode ser compreendida em termos da divisão de atividades ou da transferência de habilidades de uma atividade para outra. A agregação de valor ao produto através da qualidade intrínseca ou dos serviços associados, levam a essa abordagem que deve ser adotada na indústria e, no caso em questão sobre a melhoria do sistema elétrico industrial, mostra como essas melhorias podem levar à liderança em vários aspectos.

### **2.10.1 Cadeia de valor**

Uma das questões centrais em estratégia competitiva é a posição relativa de uma empresa dentro do seu ramo na indústria. Seu posicionamento determina se a sua rentabilidade está abaixo ou acima da média entre seus concorrentes.

Embora uma empresa possa ter inúmeros pontos fortes e pontos fracos em comparação com seus concorrentes, existem dois tipos básicos de vantagem competitiva que uma empresa pode possuir (Porter,1989): baixo custo ou diferenciação. A importância de qualquer ponto forte ou fraco que uma empresa

possui é, em última instância, uma função de seu impacto sobre o custo relativo ou diferenciação.

Ainda de acordo com Porter (1989), os dois tipos básicos de vantagem competitiva combinada com o escopo de atividades para as quais uma empresa procura obtê-los levam a três estratégias genéricas para alcançar o desempenho acima da média em um ramo da indústria: liderança de custo, diferenciação e enfoque. As estratégias genéricas são apresentadas na figura 5.

		<b>VANTAGEM COMPETITIVA</b>	
		<b>Custo mais baixo</b>	<b>Diferenciação</b>
<b>ESCOPO COMPETITIVO</b>	<b>Alvo Amplo</b>	<b>1. Liderança de Custo</b>	<b>2. Diferenciação</b>
	<b>Alvo Estreito</b>	<b>3A. Enfoque no Custo</b>	<b>3B. Enfoque na Diferenciação</b>

Figura 5: Três Estratégias Genéricas

Fonte: PORTER, Michael E. Vantagem competitiva: Criando e sustentando um desenvolvimento superior – Rio de Janeiro: Campus, 1989.

Cada uma das estratégias envolve um caminho diverso para a vantagem competitiva, onde se combina uma escolha sobre a vantagem competitiva desejada com o escopo do alvo estratégico onde ela deve ser alcançada. As estratégias de liderança no custo e de diferenciação, aqui estudadas, buscam a vantagem competitiva em um limite de segmentos da indústria, enquanto a estratégia do enfoque visa uma vantagem de custo ou diferenciação num segmento mais estreito.

A noção que fundamenta o conceito de estratégias genéricas de Porter é que a vantagem competitiva está no núcleo de qualquer estratégia, e para alcançá-la é necessário que a empresa faça uma escolha. Deve escolher sobre o tipo de

vantagem que busca e sobre o escopo que deverá seguir para obter tal vantagem competitiva.

A abordagem a seguir está limitada à vantagem competitiva de liderança no custo, pois está mais focada no problema em análise deste trabalho.

A liderança em custo busca levar a empresa a tornar-se produtor de baixo custo em seu ramo industrial. A estratégia pode estar relacionada com economia de escala, novas tecnologias, acesso privilegiado a matérias-primas e outros fatores.

O ponto de partida para análise dos custos é definir a cadeia de valores de uma empresa e atribuir custos operacionais e ativos na forma de capital de giro ou fixo. Os insumos adquiridos fazem parte do custo de cada atividade de valor, e podem contribuir para os custos operacionais e ativos.

Deve-se desagregar a cadeia de valores genérica em atividades de valor individuais para que se possam visualizar três princípios básicos:

- Volume e crescimento do custo representado pela atividade;
- Comportamento do custo da atividade;
- Diferenças entre concorrentes na execução da atividade.

As atividades devem ser separadas para análise dos custos. Embora a maioria das empresas possa facilmente identificar os grandes componentes do seu custo, elas esquecem atividades de valores menores, porém crescentes, que às vezes podem modificar sua estrutura de custo. Qualquer atividade que uma unidade empresarial compartilha com outras também deve ser tratada como uma atividade de valor independente, haja vista que as condições em outras unidades empresariais irão afetar o comportamento do custo. O detalhamento inicial da cadeia de valores em atividades irá representar uma boa estimativa de importantes diferenças no comportamento do custo. As atividades de valor podem, então, ser agregadas ou desagregadas à medida que uma análise mais profunda mostre diferenças ou semelhanças no comportamento do custo.

### 2.10.2 Medidas operacionais

Segundo Dornier et al. (2000), as empresas normalmente utilizam indicadores financeiros tradicionais para medir seu desempenho. Deve-se também usar, em

complementação com as medidas financeiras tradicionais, um conjunto de medidas operacionais que permitem melhor compreensão da forma como o sistema logístico é analisado. Que são: custos, qualidade, serviço e flexibilidade.

### **Custo**

- Custo inicial: o custo de aquisição do produto.
- Custo do ciclo de vida: o custo de aquisição, manutenção e eliminação do produto (relevante em mercados industriais).

### **Qualidade**

- Qualidade de projeto: características, estilos, e outros atributos do produto que melhoram a adequação ao uso (relevante nos produtos de luxo).
- Qualidade de conformidade: conformidade do produto para atender aos padrões de produção (relevante em todos os mercados de produtos).

### **Serviço**

- Velocidade de entrega: habilidade para produzir e entregar o produto rapidamente, com baixo tempo de giro (relevante na competição baseada em tempo).
- Confiabilidade de entrega: habilidade para produzir e entregar o produto dentro de um padrão de tempo consistente, de acordo com os intervalos de tempo especificados no contrato (relevante em todos os mercados).

### **Flexibilidade**

- Flexibilidade de novos produtos: habilidade para introduzir novos produtos rápida e efetivamente (relevante na competição baseada em tempo).
- Customização: habilidade de produzir grande variedade de produtos que atendam às necessidades de um mercado altamente segmentado (relevante para a customização em massa).
- Flexibilidade de *mix* de produtos: habilidade para eficiente e efetivamente ajustar o *mix* de produção em respostas às flutuações e ciclicidades de demanda do produto (relevante para mercados cíclicos).

- Flexibilidade de volume de produção: habilidade de rapidamente expandir o processo produtivo para acomodar a rápida produção em massa (relevante para mercados em transição e/ou incertos).

Dornier et al. (2000) divide os critérios de desempenho em dois tipos: critérios ganhadores e critérios qualificadores:

- Ganhador: Aquele que distingue uma empresa em relação a sua concorrência (e.g. custo para um produto commodity)
- Qualificador: Um mínimo nível necessário para participar da concorrência (e.g. qualidade para um produto commodity)

Não é possível uma empresa atingir posição ganhadora nos quatro critérios – custo, qualidade, serviço e flexibilidade – simultaneamente. No máximo, as empresas podem atingir dois critérios ganhadores em dado momento. No entanto, elas podem atingir uma posição ganhadora em qualquer combinação de critérios – e.g. qualidade e serviço.

Os critérios qualificadores, mesmo que secundários em importância, nunca são irrelevantes. Se a empresa considera serviço como o critério ganhador, custo deve ainda estar dentro de uma faixa razoável para que a empresa possa competir.

A seleção de um critério ganhador específico – custo, qualidade, serviço ou flexibilidade – não é o ponto principal. Mais importante é como a empresa define esse critério ganhador no contexto de seu sistema logístico. Por exemplo, para uma linha de impressoras de um determinado fabricante, a qualidade é um critério qualificador, pois muitos concorrentes oferecem características similares. Muitos concorrentes oferecem especificações similares – e.g. páginas por minuto, resolução, tamanho do papel –, sendo então difícil tornar qualquer uma dessas características um fator de diferenciação em qualidade. É um critério qualificador no caso da empresa não oferecer essas características básicas, dessa forma, não estará apta a competir. Serviço pode ser um critério ganhador, se definido como disponibilidade nas lojas. No entanto, flexibilidade também pode ser o critério ganhador, se definido como a flexibilidade de estar disponível em diferentes lojas ao mesmo tempo.

### **3 ADMINISTRAÇÃO FINANCEIRA – MÉTODOS DE AVALIAÇÃO**

A prática da gestão financeira de empresas é hoje mais desafiadora e estimulante que nunca. A última década presenciou mudanças fundamentais tanto nos mercados financeiros quanto em termos de instrumentos financeiros. A competitividade entre as empresas leva a estudos cada vez mais detalhados nas análises de futuros projetos, tentando garantir seu retorno econômico o mais próximo possível dos cálculos teóricos que precederam a implantação desse projeto.

Muitas técnicas de avaliação podem ser utilizadas. Os métodos estudados como o Custo Alvo, Benefício Custo e Custeio Baseado em Atividades são alguns dos considerados muito importantes na avaliação econômica que deve antecipar a implementação de um novo projeto na indústria; porém, nesse trabalho, será apresentado em etapas, como trabalhar um Estudo de Viabilidade Técnica Econômica para avaliar se um projeto deve ou não ser implementado.

#### **3.1 Depreciação de ativos imobilizados**

Em alguns ramos de atividade, as empresas somente conseguem atingir seus objetivos por meio de investimentos em ativos, casos típicos das empresas de petróleo, aeroviárias, metroviárias e outras com tecnologia operacional avançada.

Quanto à avaliação de desempenho, é inconcebível que o resultado operacional de um negócio realizado seja apurado sem considerar o resíduo

provocado pela depreciação de máquinas, equipamentos e outros imobilizados que foram utilizados para obtenção do produto final.

O reconhecimento da depreciação do imobilizado representa a remuneração pelo trabalho prestado, que resulta da perda de eficiência em função da vida útil média esperada.

O bem é depreciado em função do uso e da ação do tempo, que poderá torná-lo inadequado, e também obsoleto, em razão do aparecimento de novas tecnologias.

Segundo Santos (2000), a depreciação do bem pode ter as seguintes características:

### **Depreciação de equipamento comprado usado**

Quando a empresa adquirir ou possuir um conjunto de equipamentos, cujo valor de compra ou de mercado, por exemplo, for igual a \$240.000,00, e sua vida útil restante for de 24 meses, então obtém-se uma cota mensal de depreciação, pelo método linear, de \$10.000,00.

### **Depreciação de equipamento reavaliado a valor de mercado**

Caso um determinado equipamento já tenha sido totalmente depreciado pela contabilidade financeira (regida por normas legais), e que o referido bem ainda continue com um valor de mercado, por exemplo, \$1.200.000,00, com vida útil estimada restante de 30 meses e, considerando que sua venda após esse período seja de \$200.000,00, teremos então uma quota mensal de depreciação, pelo método linear, de \$33.333,33.

### **Depreciação de equipamento comprado novo**

A depreciação de equipamento comprado novo é semelhante aos critérios anteriores, que levam em conta o valor do equipamento, a vida útil e o valor residual pelo qual o bem será vendido no final.

A quota de depreciação registrável na escrituração como custo ou despesa operacional será determinada mediante a aplicação da taxa anual de depreciação sobre o custo de aquisição dos bens depreciáveis, conforme a legislação vigente no Brasil.

A depreciação poderá ser apropriada em quotas mensais, dispensando o ajuste da taxa para os bens postos em funcionamento ou baixados no curso do mês.

A taxa anual de depreciação será fixada em função do prazo durante o qual se possa esperar utilização econômica do bem pelo contribuinte, na produção de seus rendimentos.

A secretaria da Receita Federal publica periodicamente o prazo de vida útil admissível, em condições normais ou médias, para cada espécie de bem, ficando assegurado ao contribuinte o direito de computar a quota efetivamente adequada às condições de depreciação de seus bens, desde que faça a prova dessa adequação, quando for adotar taxa diferente.

### **3.2 Custo do ciclo de vida**

O custeio do ciclo de vida é um método de apuração do custo de um produto ou de um equipamento durante toda sua vida útil. É usado para diversas finalidades administrativas, como decisões de orçamento de investimento ou como decisões a fabricação de produtos de qualidade a um custo de vida total mais baixo.

Embora as empresas demonstrem interesse nos custos de produção ou de aquisição, nem sempre consideram de forma adequada os custos incorridos após a aquisição. Isso se deve ao fato de que os custos de operação, manutenção e descarte são difíceis de quantificar.

Segundo Sakurai (1997), o custeio do ciclo de vida é importante tanto para os fabricantes quanto para os usuários de um produto. Para ser competitivo no mercado atual, o fabricante deve projetar um produto que, desde o início, tenha qualidade, confiabilidade e assistência, para poder otimizar o desempenho e a lucratividade do usuário.

O usuário quantifica todos os custos importantes do ciclo de vida de um ativo, normalmente através de uma análise do fluxo de caixa, como parte de um modelo de avaliação de ativo imobilizado. Assim, o fluxo de caixa futuro é trazido a seu valor presente, de forma que o usuário possa ter meios de fazer a melhor seleção do bem em questão. Esse método permite conhecer as comparações entre elementos de custos durante as fases da vida útil de um ativo. Dessa forma, é possível, ao

usuário, optar por um custo inicial mais elevado, a fim de ter menores custos de manutenção no futuro.

No custeio do ciclo de vida são usadas análises de custo-benefício, fluxo de caixa, análise de sensibilidade, teoria das probabilidades e outras técnicas de orçamento de investimento.

Para as empresas que utilizam os produtos (caso em estudo), o custeio do ciclo de vida é geralmente um processo de três estágios para a aquisição de bens. No primeiro estágio, é definida a necessidade do bem, com base no ambiente empresarial e nos objetivos da empresa.

O segundo estágio do processo é adquirir um bem que atenda a necessidade, ao custo de ciclo de vida mais baixo. Para tomar essa decisão a organização deve:

- Prever os requisitos de instalação do bem e seu custo;
- Quantificar o custo do ciclo de vida de bens alternativos;
- Decidir qual a melhor proposta.

Posteriormente, no terceiro estágio, a empresa deve comparar e analisar o custo real durante a vida do bem com o custo-alvo.

O passo seguinte no custeio do ciclo de vida é a análise da comparação entre o custo inicial da aquisição e os custos subseqüentes, que são obtidos da operação, manutenção, e descarte. Estes custos do ciclo de vida podem ser divididos em três grupos:

- Custos de investimento inicial;
- Custos de operação e manutenção do bem;
- Custos de descarte.

A figura 6 mostra um diagrama de equilíbrio de custo de ciclo de vida entre os fatores de custo do investimento inicial, custos de operação, manutenção e descarte.

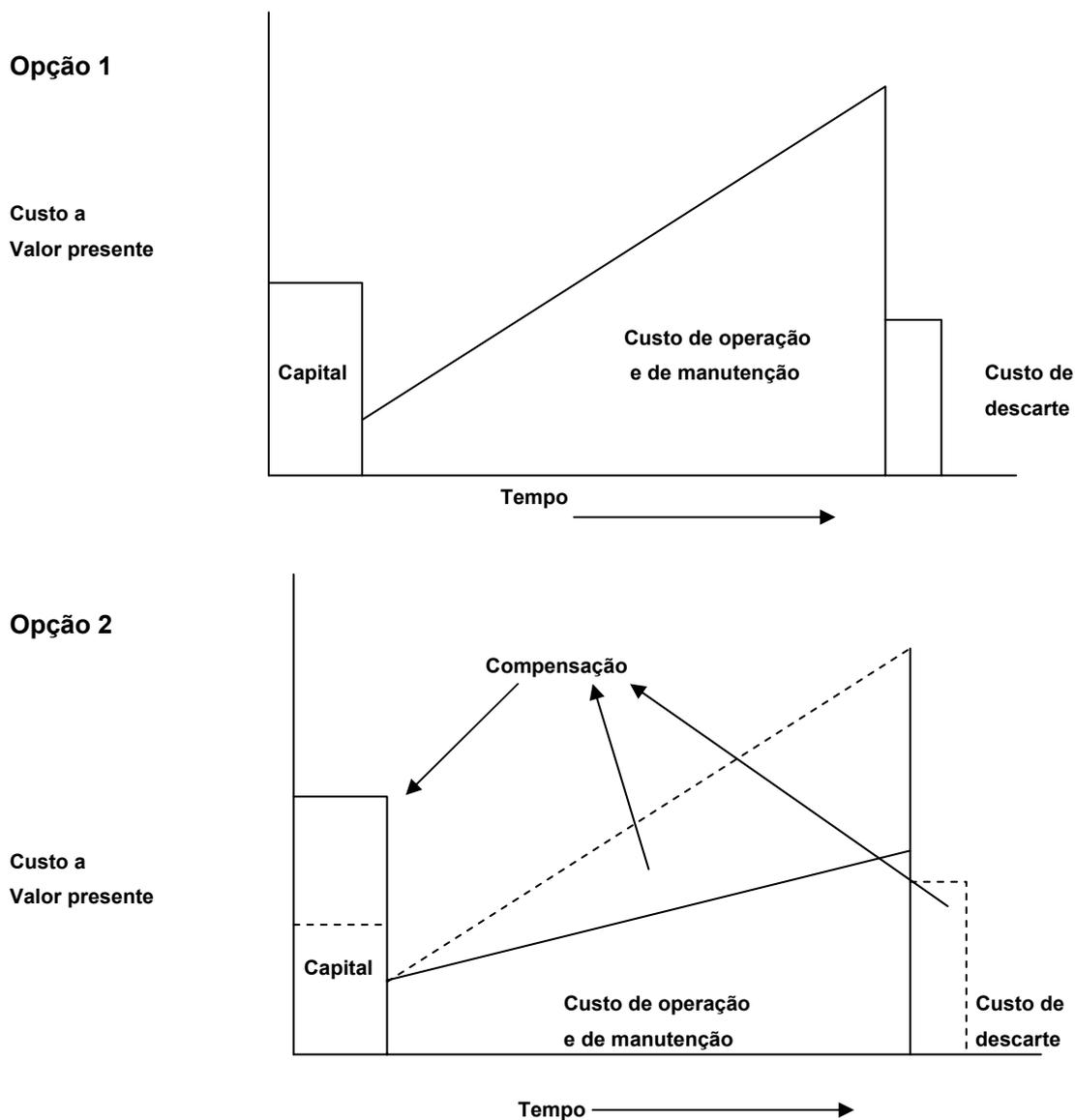


Figura 6: Relação de fatores durante o ciclo de vida de um investimento  
 Fonte: SAKURAI, Michiharu. Gerenciamento integrado de custos – São Paulo: Atlas, 1997.

Esse diagrama mostra, na opção 1, que, embora o investimento inicial seja pequeno ao ser comparado com os custos de operação e de manutenção, na opção 2, ao ser dobrado o investimento inicial, os custos de operação e de manutenção são reduzidos consideravelmente.

### 3.3 Viabilidade

Este capítulo pretende mostrar como devem ser identificados os fluxos de caixa relevantes de um projeto, incluindo os desembolsos iniciais de investimento, as necessidades de capital de giro e os fluxos de caixa operacionais.

#### 3.3.1 Custo de oportunidade

Admita-se que seja possível ordenar todas as oportunidades relevantes de aplicação do capital disponível de acordo com alguma medida do ganho associado a cada uma delas. Se a decisão for a melhor possível, uma ordem de ganho será estabelecida de forma que as oportunidades contempladas serão as primeiras da ordenação (as mais lucrativas). Nesse caso, não se pode falar de custo de oportunidade, ou de custo de oportunidade positivo, uma vez que a última oportunidade escolhida apresenta ganho pelo menos igual ao da primeira não escolhida.

Entretanto, se, por exemplo, a segunda oportunidade for selecionada sem que a primeira o seja, seria incorrer em perda de oportunidade de obter maiores ganhos. Nesse caso haverá custo de oportunidade positivo, equivalente à diferença entre os ganhos que deixam de ser obtidos e os que realmente o são.

#### 3.3.2 Fluxo de caixa

Segundo Ross (2002), um dos itens mais importantes das demonstrações financeiras é o fluxo de caixa efetivo da empresa. Em finanças, o valor da empresa é dado por sua capacidade de gerar fluxo de caixa financeiro.

O primeiro ponto a ser mencionado é o de que o fluxo de caixa não é a mesma coisa que capital de giro líquido. Por exemplo, é preciso reduzir o saldo de caixa para aumentar os estoques. Como estoques e caixa são ativos circulantes, isso não afeta o capital de giro líquido. Nesse caso, um aumento de uma conta de

capital de giro líquido, ou seja, estoque, está associado a uma redução no fluxo de caixa.

### **Fluxos de caixa incrementais**

Quando se considera um projeto isolado, descontam-se os fluxos de caixa recebidos pela empresa no projeto. Ao avaliar a empresa como um todo, descontam-se os dividendos e não lucros, porque os dividendos são fluxos de caixa que o investidor recebe. Será visto a seguir um exemplo para melhor demonstrar as informações anteriores.

Considere-se uma empresa que está comprando um prédio por \$100.000. O gasto de \$100.000 é um desembolso imediato. Entretanto, supondo depreciação linear pelo prazo de 20 anos, somente \$5.000 ( $\$100.000/20$ ) serão descontados como despesa contábil no ano corrente. Os lucros são reduzidos, portanto, por somente \$5.000. Os demais \$95.000 são tratados como despesa nos dezenove anos subsequentes.

Como o vendedor do prédio exige pagamento imediato, o custo do projeto para a empresa, na data 0, é igual a \$100.000. Portanto, a cifra integral de \$100.000 deve ser vista como uma saída imediata para fins de orçamento de capital.

Além disso, não basta usar fluxos de caixa. No cálculo do VPL (valor presente líquido) de um projeto, somente os fluxos de caixa que são incrementais ao projeto devem ser usados. Estes fluxos de caixa consistem nas variações dos fluxos de caixa da empresa que ocorrem como consequência direta da aceitação do projeto.

Apesar do uso de fluxos de caixa incrementais parecer uma regra simples, há vários cuidados que devem ser tomados durante as análises de projetos.

### **Custos irrecuperáveis**

Um custo irrecuperável é um custo já ocorrido. Como os custos irrecuperáveis estão situados no passado, não podem ser afetados pela decisão de aceitar ou rejeitar o projeto. Os custos irrecuperáveis não são fluxos de caixa incrementais. Por exemplo, os custos de avaliação pagos a uma empresa de consultoria para a realização de um teste de marketing ocorrida um ano antes da análise financeira do projeto. Uma vez que a empresa realizou o gasto, seu custo tornou-se irrelevante para qualquer decisão futura.

### Custos de oportunidade

Caso a empresa possua um ativo que esteja pensando em vender, alugar ou empregar em algum outro setor de atividade e se o ativo for utilizado em um projeto, as receitas que possa gerar em empregos alternativos serão perdidas. Essas receitas perdidas podem ser vistas como custos. São chamados de custos de oportunidade, pois ao realizar o projeto, a empresa renuncia a outras oportunidades de utilização do ativo.

### Erosão

Outra dificuldade na determinação de fluxos de caixa incrementais resulta dos efeitos colaterais do projeto proposto sobre outras partes da empresa. O efeito colateral mais importante é o que é chamado de erosão. A erosão corresponde ao fluxo de caixa transferido a um novo projeto por clientes e vendas de outros produtos da empresa.

Os projetos de investimentos podem ser representados por um fluxo de caixa como na figura 7.

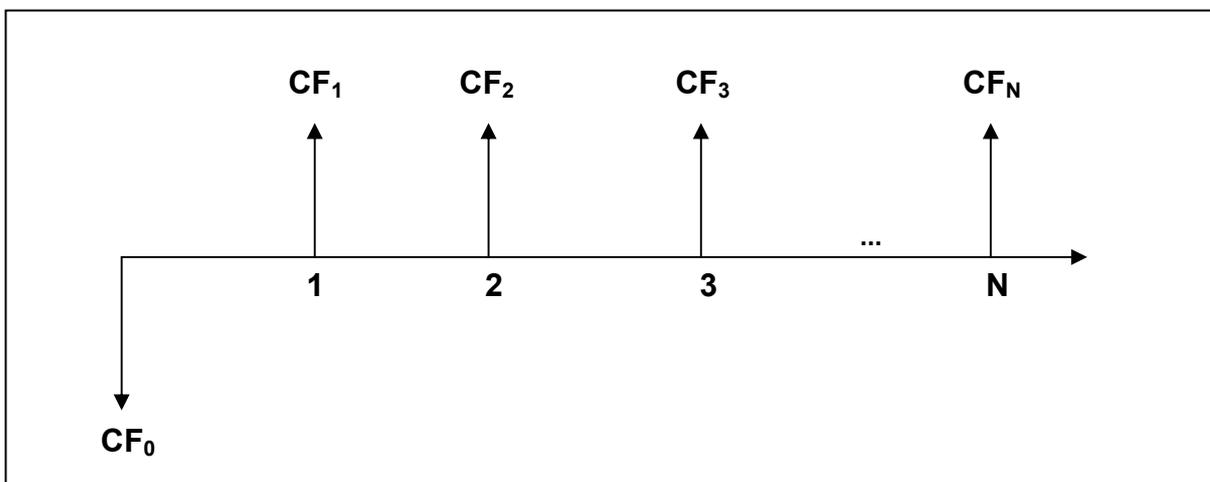


Figura 7: Fluxo de caixa de um projeto

Fonte: CLEMENTE, Ademir. Projetos empresariais e públicos – São Paulo: Atlas, 1998.

Na figura 7,  $CF_j$  (para  $j = 1, 2, \dots, n$ ) representa o lucro antes do imposto de renda, no período  $j$ , acrescido da parcela de depreciação. A depreciação é acrescida ao lucro, embora seja tratada como custo para cálculo do imposto de renda, não se caracterizando com desembolso, isto é, não constituindo em uma saída de caixa.

A depreciação fica considerada como um custo indireto de fabricação, afeta o resultado operacional e a base (renda tributável) sobre a qual incidirá o imposto de renda. Em se tratando de representação do fluxo de caixa de um projeto de investimento, os investimentos ( $CF_0$ ) são confrontados com as expectativas de ganho ( $CF_j$ ) decorrentes desses investimentos. Dessa forma, ao se computar as expectativas de ganhos, deve-se excluir a depreciação, pois representa o custo associado ao consumo do recurso adquirido como investimento. Esse procedimento, de acordo com Clemente (1998), evita uma dupla contagem para a depreciação.

### 3.3.3 Rentabilidade

Através do estudo de rentabilidade do projeto é possível conhecer o retorno que o projeto irá gerar sobre o capital investido.

Segundo Buarque (1984), existem diferentes formas freqüentemente utilizadas para determinar o mérito ou a rentabilidade de um projeto, tais como a rentabilidade simples, o tempo de retorno do capital, a taxa interna de retorno e o valor presente líquido.

Atualmente, considera-se que a taxa interna de retorno (TIR) e o valor presente líquido (VPL), ambos com base no conceito de atualização, são os dois melhores instrumentos para determinar o mérito do projeto.

Quando se trata do estudo de alternativas entre investimentos de valores aproximados, é conveniente usar a taxa interna de retorno, como o principal indicador da rentabilidade do projeto.

Uma vez determinada a TIR, já é possível fazer um juízo sobre a rentabilidade do projeto, uma vez que a taxa interna de retorno permite saber se os resultados do projeto justificam o risco de executá-lo.

Para isso são necessários a comparação da taxa interna de retorno com o custo financeiro do dinheiro do país, ou seja, com o custo de oportunidade do capital. O custo de oportunidade do capital pode ser definido como a maior rentabilidade que poderá ter o capital, caso não seja investido no projeto sob análise; ou, como a melhor rentabilidade de investimento do capital requerido pelo projeto, fora do próprio projeto. A impossibilidade de determinar exatamente qual a

melhor alternativa de investimento e sua rentabilidade obriga a considerar o custo de oportunidade do capital como equivalendo à taxa de juros em vigor no país, ajustada aos custos de administração e do empréstimo.

Se o projeto tem uma TIR aceitável (superior ao custo de oportunidade do capital), ele deve ser considerado bom e deve-se então estudar sua rentabilidade econômica sob alguns critérios:

### **Rentabilidade simples**

De acordo com Buarque (1984), é a relação do lucro médio provável que o projeto poderá gerar em cada ano, pelo total do investimento ( $r = L/I$ ). Essa é a relação denominada de rentabilidade simples do projeto.

A grande vantagem desse índice de rentabilidade é a sua fácil determinação, a partir do conhecimento do orçamento de receitas e custos do projeto, num só ano considerado básico e representativo de cada ano futuro de funcionamento da empresa.

Esse índice permite saber quanto gerará, em cada ano, cada unidade de capital investido no projeto. Assim, ao se comparar duas diferentes alternativas de investimentos pode-se selecionar aquela que permita uma maior quantidade de recuperação de recursos por cada unidade de investimento.

A rentabilidade simples pode ser determinada em relação ao investimento total, em relação ao capital próprio (investimento – financiamento), e considerando o lucro antes ou depois de incluir as despesas que são efetivamente desembolsadas, tais como a depreciação.

Ainda segundo Buarque (1984) as principais desvantagens desse critério de avaliação como instrumento na tomada de decisão são as seguintes:

- Supõe que a empresa apresenta um quadro financeiro homogêneo durante toda sua vida útil, de forma que o lucro será constante;
- Não informa o investidor sobre a soma total dos lucros recebidos durante a vida útil da empresa;
- Não considera os efeitos do tempo, sobre o valor do dinheiro. Por exemplo, caso dois projetos de mesma rentabilidade, tenham fluxos de lucros diferentes ao longo do tempo, o critério da rentabilidade simples não permite visualizar qual dos projetos permite aos investidores receber os lucros mais cedo.

### 3.3.4 Período de retorno do capital

Buarque (1984) comenta que o período de retorno consiste em determinar quanto tempo de funcionamento é necessário para que a empresa permita aos investidores recuperar o capital investido: ( $r = I/L$ ). Por isso é conhecido também como o tempo de recuperação do capital. O período de retorno equivale ao inverso da rentabilidade simples ( $t = 1/r$ ) e, portanto, apresenta as mesmas vantagens e desvantagens como critério de avaliação de projetos. Um dos problemas consiste em que esse critério não leva em consideração a vida útil que o projeto possa ter além do tempo necessário para o retorno.

#### **Lucros líquidos comparados ao total de investimento**

Para calcular esse indicador é necessário tomar o total de lucros anuais e dividir pelo investimento. O critério considera o funcionamento do projeto em toda sua vida útil e permite evitar parte das limitações decorrentes do uso dos critérios de rentabilidade simples e de período de retorno.

A falha desse critério consiste em não considerar a preferência pelo presente que têm todos os proprietários dos recursos financeiros.

Para evitar tal falha, é necessário atribuir um valor ao tempo, de forma a diferenciar os valores dos lucros recebidos em anos diferentes. Para quantificar essa diferença entre o valor de hoje e o valor no futuro, é necessário utilizar alguns artifícios de cálculo financeiro, cujo objetivo é trazer os valores financeiros futuros a valores de hoje, atuais. Por essa razão o método é denominado de atualização.

#### **Crítérios de atualização**

Sempre que é necessário comparar valores monetários em tempos diferentes, a atualização desses valores apresenta-se necessária. Como todo o investimento é uma troca entre despesas presentes e receitas futuras, uma comparação desse intercâmbio exige a utilização da atualização.

Para encontrar uma solução é necessário que os valores dos lucros em cada ano, de cada projeto, sejam revalorizados para um mesmo ano tomado como base, preferentemente o ano previsto para início da execução do projeto.

## Desconto

Segundo Buarque (1984), ao investir uma certa quantidade de dinheiro próprio em um projeto, o investidor sabe que está deixando de ganhar um rendimento que lhe é oferecido pelo sistema financeiro, através dos diversos mecanismos existentes. Isso quer dizer que o investimento do capital tem um custo de oportunidade que não está contabilizado no orçamento de receitas e custos. O custo de oportunidade do capital é um custo financeiro que equivale à perda que o capital investido sofre por estar vinculado ao projeto e não poder ser investido em nenhuma alternativa oferecida pelo mercado.

Suponha-se, por exemplo, que o mercado financeiro oferece, independente da inflação, uma remuneração de 11% ao ano a todo investimento em títulos. Nesse sentido, cada unidade monetária investida no projeto em análise deixará de gerar uma renda equivalente.

Para um determinado ano  $t$ , pode-se calcular que a perda correspondente seria igual a  $[1 \cdot (1,11)^t - 1]$ , onde  $1 \cdot (1,11)^t$  equivale ao valor de \$1,00 depois de  $t$  anos aplicado à taxa de 11%; subtraído do valor investido [1,00], indica a perda caso essa unidade monetária não seja investida nessa oportunidade financeira e seja deslocada a qualquer outra alternativa, como por exemplo, um projeto. No ano 10 da vida do projeto, a perda por cada \$1,00 vinculado ao projeto seria de  $[1 \cdot (1,11)^{10} - 1]$  ou seja, \$1,84; nesse período, o \$1,00 teria se transformado em \$2,84.

Isso indica que, para levar em conta a perda do capital por efeito de seu custo de oportunidade, seria necessário incluir uma linha de gasto financeiro equivalente ao valor total do investimento realizado, multiplicado pelo correspondente fator de juros compostos para cada \$1,00, em cada ano, respectivamente. Para seguir esse procedimento corretamente, seria necessário também incluir, como renda, os valores financeiros gerados pelos resultados líquidos obtidos em cada ano, a partir do funcionamento do projeto.

Para evitar esse complexo procedimento, é melhor utilizar um processo de atualização, realizando diretamente um desconto sobre o montante líquido, de receita ou custo, de cada ano. Para isso, efetua-se o processo contábil inverso dos juros, dividindo cada parcela líquida anual pelo correspondente fator de desconto. Se para determinar o valor futuro dos juros, multiplica-se \$1,00 por  $(1,11)^t$  para atualizar divide-se por  $(1,11)^t$ .

À expressão  $(1 + 0,11)^t$  chama-se fator de juros compostos, à expressão  $1/(1 + 0,11)^t$  chama-se fator de desconto.

O processo básico para utilização do conceito de atualização, consiste em verificar os fluxos de fundos e comparar as entradas e saídas no tempo, descontando os fluxos cujos valores são reduzidos de valores correntes a valores presentes. Para tanto, aplicam-se fatores de atualização correspondentes.

### 3.3.5 Valor presente líquido

Considere-se o fluxo de fundos apresentado no quadro 2, atualizado a uma taxa de desconto de 5%.

À direita do quadro 2, os dados são apresentados em seus valores correntes, de forma que os totais indicados não representam os resultados “reais”, uma vez que os custos financeiros de oportunidade do capital não foram levados em conta. Na coluna do centro estão os fatores de desconto, para cada ano, a uma taxa de 5%. Na última parte os valores são apresentados em termos atuais. Os totais das três colunas [FF] representam os valores globais (medidos em termos de um mesmo ano) para cada um dos três conceitos de entradas e saídas. O valor final indica o resultado final de todas as entradas e saídas do projeto, depois de tomar-se em conta o custo de oportunidade do capital, ou seja, o custo do tempo sobre o capital investido.

## Quadro 2 : Fluxo de Fundos em Valores Atualizados

Anos	Valores correntes				Fator de atualização	Valores atuais			
	Investimento	Receita	Custos	FF		Investimento	Receita	Custos	FF
0	400	-	-	(400)	1	400	-	-	(400)
1	400	-	-	(400)	$1/(1+0,05)$	380	-	-	(400)
2	200	300	150	(50)	$1/(1+0,05)^2$	181	272	135	(44)
3	-	350	150	200	$1/(1+0,05)^3$	-	302	130	172
4	-	400	200	200	$1/(1+0,05)^4$	-	329	165	164
5	-	400	200	200	$1/(1+0,05)^5$	-	313	157	156
6	-	400	200	200	$1/(1+0,05)^6$	-	298	149	149
7	-	400	200	200	$1/(1+0,05)^7$	-	284	142	142
8	-	400	200	200	$1/(1+0,05)^8$	-	270	135	135
9	-	400	200	200	$1/(1+0,05)^9$	-	257	129	128
10	-	400	200	200	$1/(1+0,05)^{10}$	-	245	123	122
Total	1.000	3.450	1.700	750	-	961	2.570	1.265	344
Benefício líquido atualizado ou valor atual líquido = 344.									344

Fonte: BUARQUE, Cristovam. Avaliação econômica de projetos – Rio de Janeiro: Campus, 1984

A esse valor final (indicador de mérito do projeto) chama-se benefício líquido atualizado ou valor presente líquido. Sempre que esse VPL, estimado a uma taxa de desconto correspondente ao custo de oportunidade do capital, for superior a zero, o projeto apresenta um mérito positivo. Na comparação entre dois projetos ou duas alternativas de um mesmo projeto, o melhor, em princípio, é aquele com maior VPL.

Ao observar cada uma das colunas, pode-se ver que o valor atual total de cada um dos fluxos é determinado pelas seguintes expressões:

$$\text{Valor atual dos investimentos: } \sum_{j=0}^n I_j / (1+i)^j$$

$$\text{Valor atual das receitas: } \sum_{j=0}^n R_j / (1+i)^j$$

$$\text{Valor atual dos custos: } \sum_{j=0}^n C_i / (1+i)^j$$

$$\text{Valor presente líquido: } \sum_{j=0}^n R_j / (1+i)^j - \sum_{j=0}^n I_j / (1+i)^j - \sum_{j=0}^n C_j / (1+i)^j$$

isto é:

$$\text{VPL} = \sum_{j=0}^n R_j - C_j / (1+i)^j - \sum_{j=0}^n I_j / (1+i)^j$$

Assumindo o caso em que os investimentos se concentram integralmente em torno do ano zero:

$$\text{VPL} = \sum_{j=0}^n [R_j - C_j / (1+i)^j] - I$$

O que significa que para determinar o valor do lucro líquido atualizado, somam-se todos os termos de  $[R_j - C_j / (1+i)^j]$ , para cada ano, durante a vida útil do projeto, e dessa soma diminui-se o valor dos investimentos.

O valor presente líquido é um bom indicador para a determinação do mérito do projeto, pois ele representa, em valores atuais, o total dos recursos que permanecem em mãos da empresa ao final de toda a sua vida útil. Ou seja, o VPL representa o retorno líquido atualizado gerado pelo projeto.

Para um investidor, o custo do capital, também chamado de custo de oportunidade do capital, é o lucro que teoricamente perde por utilizar o capital nesse projeto. Assim, o custo de oportunidade do capital pode ser definido como a taxa de rentabilidade que o capital pode ganhar na melhor alternativa de utilização, além do projeto. Nesse caso, para atualizar os fluxos do projeto, o avaliador deve utilizar, como taxa de desconto, a taxa de rentabilidade na melhor alternativa de investimento disponível. Entretanto, a determinação correta dessa taxa apresenta dificuldades para o investidor e para os projetistas.

Para evitar algumas dificuldades na determinação da taxa de descontos, que é, em última instância, uma decisão pessoal dos investidores, utiliza-se o processo conhecido como taxa interna de retorno, que tem a característica de ser determinada somente através dos dados próprios (internos) do projeto, embora, no processo de

tomada de decisões, essa taxa tenha que ser comparada com as taxas de outros projetos ou com o custo de oportunidade do capital.

### 3.3.6 Taxa interna de retorno

Utilizando um exemplo de Buarque (1984), suponha-se que na fórmula do valor presente líquido

$$VPL = \sum_{j=0}^n [R_j - C_j / (1+i)^j] - I$$

o valor  $i$  da taxa de descontos seja considerado como uma incógnita, e que o VPL seja considerado zero:  $VPL = 0$ .

A fórmula transforma-se em:

$$0 = \sum_{j=0}^n [R_j - C_j / (1+i)^j] - I$$

$$\sum_{j=0}^n [R_j - C_j / (1+i)^j] = I$$

O valor de  $i$  que soluciona essa equação permite saber qual é a taxa de desconto que terá que ser aplicada ao fluxo de fundos para, em termos atuais, igualar o valor de todos os custos do projeto com todas as receitas do mesmo.

A esse valor de  $i$ , que iguala o valor atual do fluxo de custos de um projeto com o valor atual correspondente ao fluxo de benefícios, chama-se taxa interna de retorno – TIR – do projeto.

A taxa interna de retorno é calculada a partir dos próprios dados do fluxo de fundos do projeto, sem necessidade de arbitrar-se uma taxa de desconto.

A TIR é por definição, a solução matemática para a seguinte equação:

$$0 = \sum_{j=0}^n R_j - C_j / (1+i)^j - \sum_{j=0}^n I_j / (1+i)^j$$

onde  $i$  é a incógnita.

### 3.3.7 Análise de sensibilidade

Segundo Buarque (1984), no cálculo da rentabilidade utilizam-se os dados como certos e constantes. Isso dificilmente ocorre, já que todos os dados utilizados num projeto são apenas valores aproximados de uma realidade que muda. Se a rentabilidade calculada para um projeto é de 23%, esse valor provavelmente não corresponderá exatamente ao lucro gerado por cada unidade de investimento. Assim tem-se:

- Os dados utilizados no seu cálculo não representam o valor exato de cada variável;
- Cada uma dessas variáveis sofre mudanças com o tempo, alterando-se entre a realização do estudo e a implantação e operação do projeto.

Vale, portanto, incluir um método de análise que permita aos avaliadores conhecerem de que forma as variações de cada uma das variáveis podem influir nos resultados esperados para o projeto. Ou seja, qual é a sensibilidade do resultado do projeto a cada uma de suas variáveis principais.

Através da análise de sensibilidade é possível determinar em que medida um erro ou modificação de uma das variáveis incide nos resultados finais do projeto. Assim, é possível determinar quais desses elementos devem ser estudados com maior profundidade. A análise de sensibilidade é também um instrumento de grande utilidade na administração futura, já que permite conhecer a importância de cada insumo e de cada variável sobre o desempenho da empresa. A análise de sensibilidade consiste em definir a rentabilidade do projeto em função de cada uma de suas variáveis, e observar a variação que ocorrerá na rentabilidade para cada alteração nas variáveis.

A análise convencional de sensibilidade exige que seja feito um cálculo de VPL para todas as possibilidades de uma única variável, juntamente com os valores esperados de todas as demais variáveis.

A metodologia para análise de sensibilidade pode ser descrita nas seguintes etapas:

- Deve-se escolher o coeficiente a sensibilizar;
- Determinar a expressão do indicador escolhido em função dos parâmetros e variáveis escolhidas;

- Definir um programa de computador que permita a obtenção dos resultados a partir da introdução dos valores dos parâmetros na expressão;
- Verificar de que forma e em que proporções essas variações afetam os resultados finais.

Infelizmente a análise de sensibilidade tem algumas deficiências. Por exemplo, poderia aumentar inadvertidamente a falsa sensação de segurança dos administradores de um projeto. Suponha-se que todas as previsões pessimistas produzissem VPL's positivos. Um administrador poderia concluir que não há chance de que o projeto cause prejuízo. Evidentemente os autores das previsões poderiam ter tido uma visão otimista na montagem de um cenário pessimista. Para combater esse risco, algumas empresas não tratam as previsões otimistas e pessimistas subjetivamente. Em lugar disso, suas previsões pessimistas sempre são aproximadamente 20% inferiores aos valores esperados. Entretanto, essa solução pode também incorrer em erros, pois uma diferença representada por uma porcentagem fixa ignora o fato de que algumas variáveis são mais fáceis de prever do que outras.

Além disso, a análise de sensibilidade trata cada variável isoladamente, ao passo que as diversas variáveis tendem a estarem relacionadas. Para amenizar essa dificuldade, outras ferramentas, como a análise de cenários, podem ser aplicadas.

### **3.4 Planejamento e projeto**

Os atos a serem praticados pelas pessoas na organização devem ser baseados em estudos e análises cuidadosas, necessárias à tomada de decisões que devem estar fundamentadas em um exame cuidadoso das possíveis alternativas. Uma vez que esses estudos devem ser realizados com a antecedência necessária para avaliar os resultados esperados com a possível decisão, é possível a escolha mais adequada entre as opções estudadas, possibilitando ao administrador a correta tomada de decisão.

Talvez, o trabalho mais complexo da elaboração de um projeto de investimentos seja estimar os investimentos, as receitas e os custos operacionais e administrativos associados a essas receitas. A qualidade das estimativas depende, dentre outros fatores, de:

- Uma boa previsão de vendas (conhecer os consumidores e concorrentes, o mercado, distribuição física etc.);
- Um bom orçamento de capital (instalações físicas, máquinas e equipamentos, software etc.);
- Um bom planejamento da produção (tamanho do lote, tecnologia adotada, tipo de processo escolhido);
- Um bom orçamento de produção (custos de matéria-prima, de mão-de-obra, de comercialização, de assistência técnica etc.);
- Uma boa estimativa de capital de giro;
- Uma boa estimativa do horizonte de planejamento.

### 3.4.1 O foco do projeto para a organização

O empreendedor deve, em primeiro lugar e acima de tudo, compreender como qualquer organização cria valor para os seus principais *stakeholders* – acionistas, clientes, e equipes de negócios. Também significa assumir responsabilidade pelo fornecimento desse valor. Para os acionistas, o negócio cria valor quando sua taxa de retorno sobre os investimentos corresponde às expectativas para o respectivo nível de risco. O combustível que impulsiona esse retorno é a geração de caixa decorrente da compra dos produtos ou serviços da empresa pelos clientes, por acharem que eles atendem ou superam suas expectativas, em comparação com os produtos ou serviços dos concorrentes. Essa capacidade da empresa de gerar caixa e, portanto, de criar valor para os acionistas, mediante o uso eficiente de seus recursos, depende do desempenho dos membros das equipes de negócios, que foram recrutados com inteligência e estão sendo bem gerenciados.

O desenvolvimento de novos produtos e a construção de novas fábricas são exemplos de projetos que produzirão caixa no futuro.

Para atender e superar as expectativas dos clientes, as equipes de negócios precisam seguir uma estratégia geral aplicável a toda a empresa.

Segundo Cohen (2002), a verdadeira estratégia é um plano que foi executado ou se encontra em execução, de modo a converter em realidade a intenção estratégica. Na maioria das empresas, a estratégia é implementada por meio de projetos. O portfólio de projetos da organização, abrangendo projetos planejados, em andamento e concluídos, constitui o próprio progresso de implementação da estratégia.

O portfólio de projetos em andamento em qualquer empresa é uma importante manifestação da estratégia da empresa. Uma organização típica tem muitos tipos de projeto necessários à execução da estratégia. Alguns envolvem novas pesquisas e definem novos produtos, enquanto outros se concentram na melhoria das práticas de negócios. Certos projetos são reações a iniciativas dos concorrentes, ao passo que outros são respostas a novas leis ou regulamentos.

### 3.4.2 Interações do projeto com o negócio

O objetivo mais amplo do sistema de negócios é a contribuição do projeto para o desempenho do negócio.

Um outro aspecto a ser considerado é o alinhamento estratégico. Uma vez que a execução da estratégia organizacional é parte dos objetivos de qualquer projeto, todos os demais objetivos do projeto devem estar alinhados com a estratégia. A formulação da estratégia é uma das principais tarefas da direção da empresa, mas compete aos gerentes intermediários e aos gerentes de projeto executar a estratégia e, por fim, convertê-la de conversa em ação e em melhoria de desempenho. O alinhamento estratégico é afetado pelos resultados do projeto, pela duração do projeto e pelos custos do projeto.

Cohen (2002) também relata que deve ser observada a contribuição do projeto para o valor econômico. Essa contribuição é a geração de caixa resultante do projeto menos o rateio do custo de capital, com base no uso de capital para a produção dos resultados do projeto. Contudo, vale salientar que o desempenho dos

processos de gestão de projetos influenciará, em última instância, a criação de valor econômico.

O fluxo de caixa e seus componentes decorrentes do projeto, ou resultados do projeto devem ser criteriosamente esclarecidos e acompanhados. A origem das receitas é o desenho e fornecimento de produtos, serviços ou processo que ajudem os clientes a resolver seus problemas e que atendam ou superem suas expectativas, a um preço os clientes estejam dispostos a pagar. Esse é o resultado do projeto. O período durante o qual se estende à vida útil do projeto é o ciclo de vida dos resultados do projeto (CVRP). As características dos resultados do projeto influenciam a fatia de mercado. Quando estão mais bem alinhadas com as necessidades e as expectativas dos clientes do que as ofertas dos concorrentes, essas características aumentarão as chances de que os clientes comprem o produto ou serviço ou que os clientes internos sejam capazes de usar o produto ou serviço para aumentar a satisfação dos clientes externos. A duração do projeto também influencia a fatia de mercado, uma vez que o momento da entrada no mercado é geralmente um dos fatores críticos do desempenho das vendas. O preço do produto também é afetado pelos resultados do projeto. A fatia de mercado e o preço determinam a receita de vendas. A receita de vendas (menos as despesas) é o principal vetor da geração de caixa, e essa última instância influencia a contribuição do projeto para o valor econômico.

O gerenciamento do fluxo de caixa deve equilibrar os demais fatores com os custos do projeto e com as despesas durante o CVRP. Todos os conjuntos de características afetam os custos do projeto, os custos posteriores à implementação do projeto e os custos do produto ou serviço final. Esses custos acabam influenciando o fluxo de caixa total e a distribuição das entradas de caixa no tempo. Essa, por sua vez, afeta o prazo até o ponto de equilíbrio, ou a demora até o início da geração de lucros – o momento em que o lucro líquido produzido pelos resultados do projeto pagou os custos do projeto. O prazo até o ponto de equilíbrio é um importante elemento da contribuição do projeto para o valor econômico.

Conforme mencionado, as características dos resultados do projeto e sua duração influenciam o prazo até o ponto de equilíbrio. Esse prazo é importante pois indica o período de tempo em que o projeto consome capital. Até atingir o ponto de equilíbrio, ele é usuário líquido de capital e, portanto, é cobrado pelo uso de capital. Esse rateio do custo de capital se baseia no volume de capital utilizado, no período

de tempo do uso de capital e no *custo* médio ponderado de capital (CMPC) da empresa. O CMPC, segundo Cohen (2002), reflete o custo de levantamento de capital pela empresa, por meio de empréstimos ou emissão de ações.

Conforme já discutido, é muito importante aumentar o valor para os acionistas. Se o projeto produz valor econômico positivo, ele está construindo valor para os acionistas. Se o projeto produz valor econômico negativo, ele está destruindo valor dos acionistas. Em resumo, o valor para os acionistas, ou valor econômico, pode ser entendido como equivalente ao valor presente líquido (VPL) do projeto, calculado com base em determinada taxa de retorno (muitas vezes chamada de taxa de atratividade), que por sua vez corresponde ao custo médio ponderado da capital da empresa. O VPL é o valor presente dos fluxos de caixa futuros, inclusive o investimento inicial, descontados à taxa de retorno exigida conforme o *Strategic Management Group*—SMG (apud Cohen 2002).

O prazo até o ponto de equilíbrio é um importante foco de pressão da direção da empresa. O projeto deve ser executado com rapidez. Enquanto não estiver concluído, a empresa será incapaz de gerar caixa para absorver o custo de desenvolvimento e o custo de capital do projeto. No entanto, também há *trade-offs* a serem considerados. Fatores como custos do projeto e satisfação do cliente acabam afetando os fluxos de caixa e o prazo até o ponto de equilíbrio. Às vezes também se enfrenta um *trade-off* entre os custos do projeto e os prazos do projeto, consumindo-se mais recursos (e aumentando os custos do projeto) para reduzir o período de execução do projeto. A maioria das decisões tomadas durante a vida de um projeto resulta de *trade-offs*. A compreensão dos efeitos desses vários *trade-offs* sobre a contribuição do projeto para o valor econômico será a principal ferramenta de decisão dos gerentes de projeto no futuro.

## **4 DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO E PERCEÇÃO DO PROBLEMA**

No capítulo 1 foram abordadas as competências específicas da indústria do petróleo e cada uma das áreas que compõem esse organismo empresarial.

Para o desenvolvimento do trabalho e diagnóstico da situação problema, considera-se necessária uma abordagem sobre o perfil da indústria de petróleo, o mercado de energia elétrica e gás natural, a cadeia de suprimentos da indústria em análise, o problema detectado e seus impactos na produção.

### **4.1 A indústria e o mercado de petróleo**

O mercado brasileiro atual foi recentemente reestruturado a fim de incentivar a competição no setor e restringir a atuação governamental como agente econômico executor, acabando com o monopólio estatal de petróleo exercido pela PETROBRAS. A Agência Nacional de Petróleo (ANP) foi criada em 1997 para atuar como órgão regulamentador, contratador e fiscalizador das atividades das empresas do setor. Duas rodadas de licitações foram realizadas em 1999 e 2000, nas quais 22 novas companhias obtiveram blocos para exploração. A ANP atuou também na separação da atividade de transporte das demais atividades e criou o livre acesso aos dutos de transporte existentes no país, de forma a aumentar a competição entre as empresas.

A produção de petróleo é ainda fortemente dominada pela PETROBRAS, que explora praticamente todos os campos de petróleo e gás existentes no país. Porém, outras empresas rivais estão iniciando sua participação neste segmento através de parcerias com a PETROBRAS, tendo em vista sua experiência em exploração e produção em águas profundas e conhecimento da geologia do país.

A produção nacional de petróleo não cobre toda a necessidade do país e a parte complementar é importada. As características do petróleo nacional, mais especificamente o do campo gigante de Marlim, de mais baixo grau API (mede a densidade do petróleo), tem obrigado adaptações nas refinarias para seu processamento. Praticamente todas as refinarias são da PETROBRAS, com exceção da refinaria de Manguinhos, no Rio de Janeiro, e a da Ipiranga no sul do país.

Os produtos das refinarias - os derivados de petróleo - são praticamente todos vendidos no Brasil às indústrias petroquímicas e às distribuidoras de derivados. As margens de lucro que cabem ao refino são pouco atraentes e alguns preços de derivados estavam tabelados até 2001.

No Nordeste brasileiro, a demanda de derivados e a produção local insuficiente fazem da região um grande importador de derivados de petróleo.

## **4.2 A indústria e o mercado de gás natural**

A década de 1990 vai ficar marcada como a década da largada do desenvolvimento da indústria de gás natural no Brasil. A firme decisão das autoridades energéticas, de introduzir o gás na matriz energética nacional, abriu espaço para a importação, em grande escala, do gás abundante nos países vizinhos. Entretanto, se, por um lado o mercado de gás tem crescido num ritmo muito rápido nos últimos anos, por outro lado o excesso de oferta atual mostra que este ritmo está sendo inferior ao esperado. A principal razão disto está no atraso dos projetos das térmicas a gás.

O governo vem incentivando a maior participação do gás natural na matriz energética do país. A legislação brasileira deixou por conta dos governos estaduais a regulamentação e concessão de serviços públicos de distribuição e, com isso,

novas empresas de distribuição de gás estão se estruturando. A construção do gasoduto Brasil - Bolívia (GASBOL) trouxe a expansão da oferta de gás natural viabilizando novos negócios no setor, sendo um substituto vantajoso para as indústrias que utilizam principalmente óleo combustível, como também para o gás de nafta encanado para utilização residencial. É também um substituto para o gás associado vindo da Bacia de Campos.

Novos compradores estão surgindo para utilização do gás natural, principalmente empresas que investem em usinas termelétricas movidas a gás. É esperado, conforme planejamento do Governo, que a participação do gás natural na matriz energética brasileira passe dos atuais 2% para 12% em 2010.

O renascimento recente desta indústria começa a influenciar também o perfil de exploração das empresas. Inicia-se a prospecção em busca de poços de gás, a exemplo da associação da Petrobrás e Queiroz Galvão, na Bahia e as atividades da Coastal na bacia do Paraná e na bacia de Camamu-Almada.

### **4.3 O setor elétrico**

A reestruturação do setor elétrico brasileiro foi iniciada em 1995 com o intuito de substituir o sistema verticalizado que estava fundamentado no conceito de monopólio natural. Este sistema não distinguia atividades diversificadas na cadeia de produção para atender o consumidor final de energia elétrica. A reestruturação visou prover o sistema com a livre formação de preços e desverticalização das atividades.

O novo modelo trouxe novos atores ao sistema como os agentes de comercialização, produtores independentes, consumidores livres, o Operador Nacional do Sistema (ONS) e o órgão regulador ANEEL. Os autoprodutores tiveram seus campos de atuação alargados com a adoção do livre acesso à rede de transmissão e distribuição, mediante ressarcimentos dos custos. A possibilidade de livre comercialização por quase todos os agentes do mercado introduziu a competição, e um novo ambiente foi criado – o Mercado Atacadista de Energia (MAE).

Com a Lei No 9.427/96 foi adotada a separação das atividades de distribuição e de comercialização de energia. A separação contábil destas duas atividades exercidas por uma mesma empresa passou a ser obrigatória de modo a claramente distinguir o encargo pelo uso das redes de distribuição e proporcionar igualdade de condições de acesso à rede aos agentes de comercialização concorrentes.

A Lei No 9.074/95, alterada pela Lei No 9.648/98 e complementada por resoluções da ANEEL, estabeleceu as condições para os consumidores de grande porte se tornarem livres e escolherem seu fornecedor. A figura do consumidor livre ganhou importância para o fomento à competição, pois é livre a negociação da compra e venda entre ele e qualquer distribuidora, produtor independente ou agente de comercialização, não requerendo a intervenção da concessionária de distribuição local que não tem poder de opor-se à comercialização ou ao preço, quantidade e demais condições pactuadas.

No MAE deveria se processar a compra e venda de energia através de contratos de curto prazo e o registro de contratos bilaterais. Porém alguns entraves estão dificultando sua implantação e pleno funcionamento.

Apesar da transição do modelo anterior para o novo modelo de livre mercado estar se mostrando problemática e lenta, com cenários futuros ainda não claramente definidos, já é possível a um autoprodutor como a LUBNOR exportar o excedente de energia e negociar com outros agentes se valendo da legislação em vigor.

#### **4.4 O perfil industrial da empresa LUBNOR**

Sujeita às diretrizes do modelo de planejamento integrado, a competência industrial no Setor Petróleo envolve um conjunto de atividades relacionadas diretamente com a operação da unidade industrial, tais como a operação propriamente dita, a manutenção, os controles de qualidade e de processo, os aspectos de segurança e meio ambiente e o controle de custos. Outras atividades, indiretamente relacionadas com a operação da unidade industrial, mas não de menor importância, são a Engenharia, em toda a sua abrangência e a P&D.

Todas estas atividades têm sido objeto de normalização e documentação, em sistemas integrados, tais como as normas ISO e programas como a Manutenção

centrada em confiabilidade e *Total Productivity Maintenance*. O objetivo é, sempre, a minimização dos custos de produção e a maximização dos resultados.

A informatização e a automação das empresas tornaram possíveis a adoção integral destas normas e programas e a tendência tem sido a de adotar as melhores práticas aplicáveis a cada indústria específica, na expectativa de atingir o máximo potencial de cada unidade industrial.

A planta de produção está inserida em área urbana próxima ao porto de Fortaleza, como pode ser visto na figura 8 (observar contorno em vermelho), e em região também explorada pelo turismo, o que aumenta o grau de vulnerabilidade quanto à segurança de suas operações relativas a riscos à comunidade e ao meio ambiente. Este aspecto é importante quando se analisa o lado econômico, pois maiores aportes de investimentos em segurança e meio-ambiente são necessários a sua operação em um ambiente mais delicado devido sua proximidade ao mar e à comunidade.

Por apresentar uma baixa escala de produção, devido ao porte da unidade projetada, seus processos produtivos, logísticos, de segurança e de gestão são muito sensíveis no que se refere aos indicadores de rentabilidade, requerendo um trabalho constante de otimização destes processos.



Figura 8. Vista aérea da LUBNOR e suas delimitações geográficas

As instalações industriais da LUBNOR foram planejadas e têm sido operadas com a orientação clara de atender à demanda regional de asfaltos e, no caso dos lubrificantes naftênicos, atender à demanda nacional destes produtos. No segmento de asfaltos a LUBNOR atende 100% da demanda do Ceará e dos estados circunvizinhos e parte da demanda da região Norte. Para os lubrificantes, o quadro se inverte: a demanda local é pouco expressiva, algo em torno de 5% da capacidade instalada, e o restante destina-se ao mercado do Centro-Sul e a exportação. A LUBNOR atua ainda como a função de terminal de importação e de cabotagem no abastecimento do mercado local de combustíveis (diesel, GLP, gasolina, QAV).

A unidade processa 1000 m<sup>3</sup>/dia de petróleo importado da Venezuela para produzir em seu complexo industrial os seguintes principais produtos (dados da LUBNOR):

- Asfaltos: 208.073 m<sup>3</sup>/ano;
- Lubrificantes: 60.000 m<sup>3</sup>/ano;
- Bunker (combustível marítimo): 31.885 m<sup>3</sup>/ano;
- Gasolina: 5.565 m<sup>3</sup>/ano;
- Diesel: 17.536 m<sup>3</sup>/ano;
- OAF (óleo amaciante de fibras): 10.036 m<sup>3</sup>/ano;
- GLP (gás liquefeito de petróleo): 23.296 m<sup>3</sup>/ano.

#### **4.5 A cadeia de processo e suprimento**

A cadeia de suprimento da LUBNOR pode ser visualizada de forma simplificada na figura 9. Os insumos principais para seu processo produtivo, que são objeto de estudo desse trabalho, são o petróleo, o gás natural e a energia elétrica.

A abordagem principal será focada na energia elétrica, principalmente no tocante ao fornecimento, à qualidade do serviço de fornecimento, sua importância e implicações no processo produtivo e às alternativas confiáveis de produção de energia elétrica para fornecer o nível de serviço desejado à LUBNOR e, conseqüentemente, aos seus clientes.

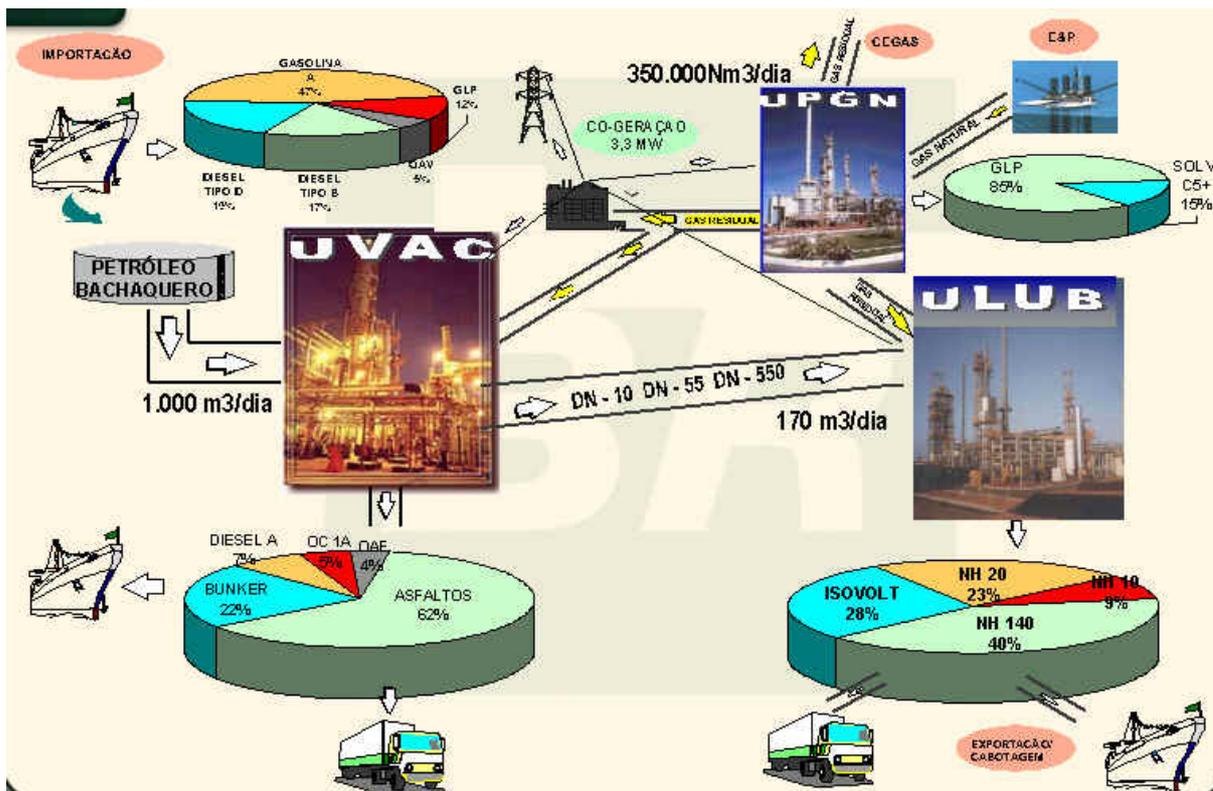


Figura 9: LUBNOR – Cadeia de suprimentos

No conceito de logística integrada que Ballou (1993) descreve como a forma como se pode prover o melhor nível de satisfação aos consumidores com alto desempenho e rentabilidade nos serviços de distribuição, através de planejamento, organização e controle efetivo para as atividades de movimentação e armazenagem, que visam facilitar o fluxo e a disposição de produtos no local adequado, no momento certo e da forma desejada, mostra que a visão de sistemas de forma inter-relacionada se constitui um pilar básico para o aperfeiçoamento do nível de serviço desejado.

Assim, no enfoque sistêmico de uma logística integrada, é necessário identificar com clareza as relações de causa e efeito entre os elementos que formam o sistema. Não basta conhecer as partes em detalhe; é preciso que se conheçam suas inter-relações e as variáveis incontroláveis que influem nos resultados.

Como pode ser visto na figura 9, existe uma enorme dependência de energia elétrica no processo produtivo da LUBNOR. O acompanhamento do processo de produção dos principais derivados de petróleo nessa indústria mostra que estes são totalmente dependentes do adequado fornecimento de energia elétrica, seja no

questo de disponibilidade, como no quesito de qualidade da energia necessária ao processo.

Ainda nesse capítulo serão abordados aspectos da qualidade atual do fornecimento de energia elétrica e suas implicações no processo produtivo.

#### 4.6 O cenário empresarial e o setor energia

O mercado de energia será analisado devido à grande possibilidade de venda do excedente de energia elétrica quando da utilização de termelétricas para geração de energia própria.

O cenário foi elaborado de forma de forma a proporcionar aos investidores uma visão global da estrutura da indústria e da concorrência no mercado de energia do Brasil. Assim sendo, será mostrada uma idéia geral do passado e a atual situação do mercado brasileiro de energia no setor de petróleo e gás e no setor de energia elétrica.

Para análise da estrutura da indústria e da concorrência, foi utilizado o modelo das cinco forças de Porter (1986), conforme figura 10.

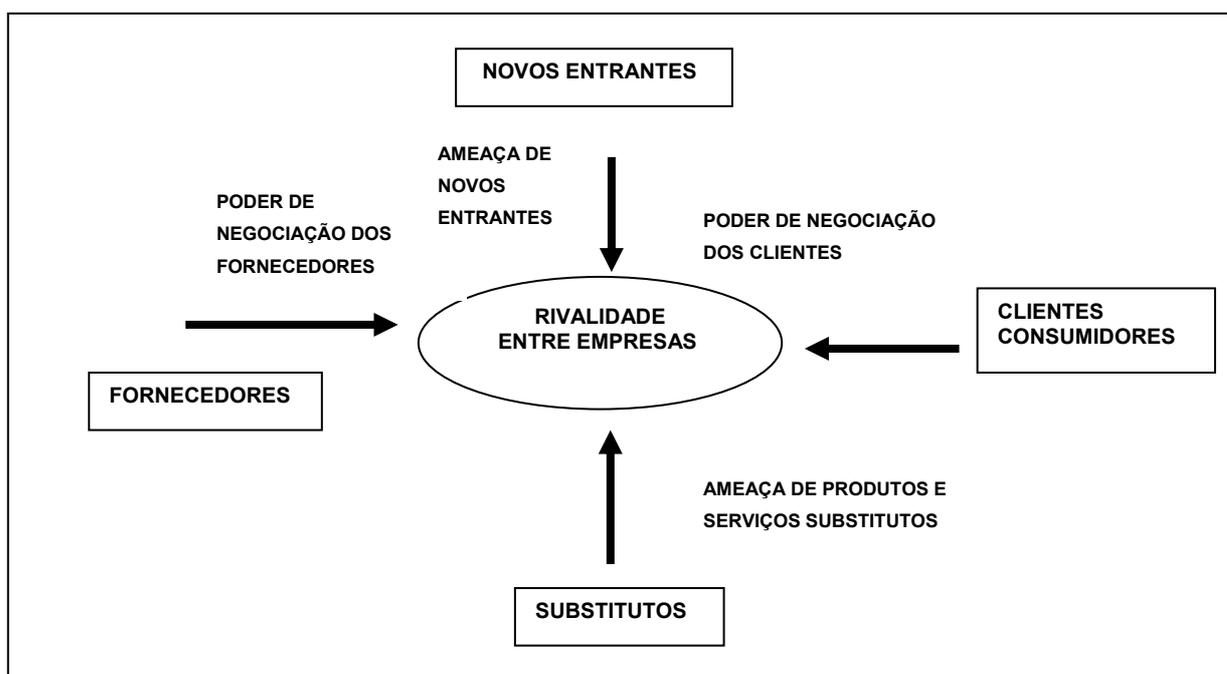


Figura 10: Forças que dirigem a concorrência na indústria

Fonte: PORTER, Michael E. Estratégia competitiva: Técnicas para análise de indústrias e da concorrência – Rio de Janeiro: Campus, 1986.

Conforme o modelo de Porter<sup>2</sup>, durante a análise de cada força foram identificados seus fatores determinantes e oportunidades. Como fatores determinantes, durante a análise da estrutura e da concorrência do setor de energia brasileiro, foram identificados os crescimentos do setor, a diversidade de concorrentes, os custos de mudança, as barreiras de entrada e saída, a presença de insumos substitutos, a concentração de fornecedores, o volume de compra, a propensão do consumidor para mudança, o volume de venda, a identificação da marca, a curva de aprendizagem, as economias de escala e o desempenho relativo de preço, dentre outros.

### **Histórico da estrutura do setor de energia**

A política energética brasileira foi desenvolvida baseada em empresas estatais. A empresa de petróleo brasileira (PETROBRAS) dominou o setor petróleo, assim como setor elétrico permanecia essencialmente estruturado em empresas estatais. Essa política permitiu a rápida expansão da oferta de energia a preços relativamente baixos e com razoável qualidade nos serviços, tendo sido fundamental o apoio financeiro do Estado para o sucesso dessa política.

A partir da década de 80, os investimentos no setor de energia diminuíram progressivamente, resultando no comprometimento dos programas de expansão da oferta e, conseqüentemente, na qualidade dos serviços. Esse aspecto é particularmente visível no caso do setor elétrico, onde os empréstimos estrangeiros abundantes se esgotaram após as crises do petróleo. Por outro lado, a PETROBRAS investiu com recursos próprios no aumento da produção de petróleo e abastecimento de derivados.

O setor energético brasileiro atendeu às necessidades da indústria, garantindo o suprimento energético a preços baixos. No entanto, a expansão setorial não foi suficiente para atender as necessidades da população. Uma parte da população brasileira ainda não tem acesso aos benefícios que as fontes de energia moderna proporcionam, dependendo ainda de lenha para atender suas necessidades energéticas.

---

<sup>2</sup> No conceito de análise estrutural como metodologia para a compreensão das cinco forças fundamentais da concorrência na indústria, Michael E. Porter em seu livro *Estratégia competitiva*, mostra que o grau da concorrência em indústria depende de cinco forças competitivas básicas.

Para recuperar os níveis de investimento alcançados no passado e aumentar a oferta de energia, sem deteriorar o meio ambiente, o governo brasileiro vem promovendo profunda reestruturação nos mercados energéticos.

A evolução da participação de cada fonte na matriz energética brasileira está mostrada no gráfico da figura 11.

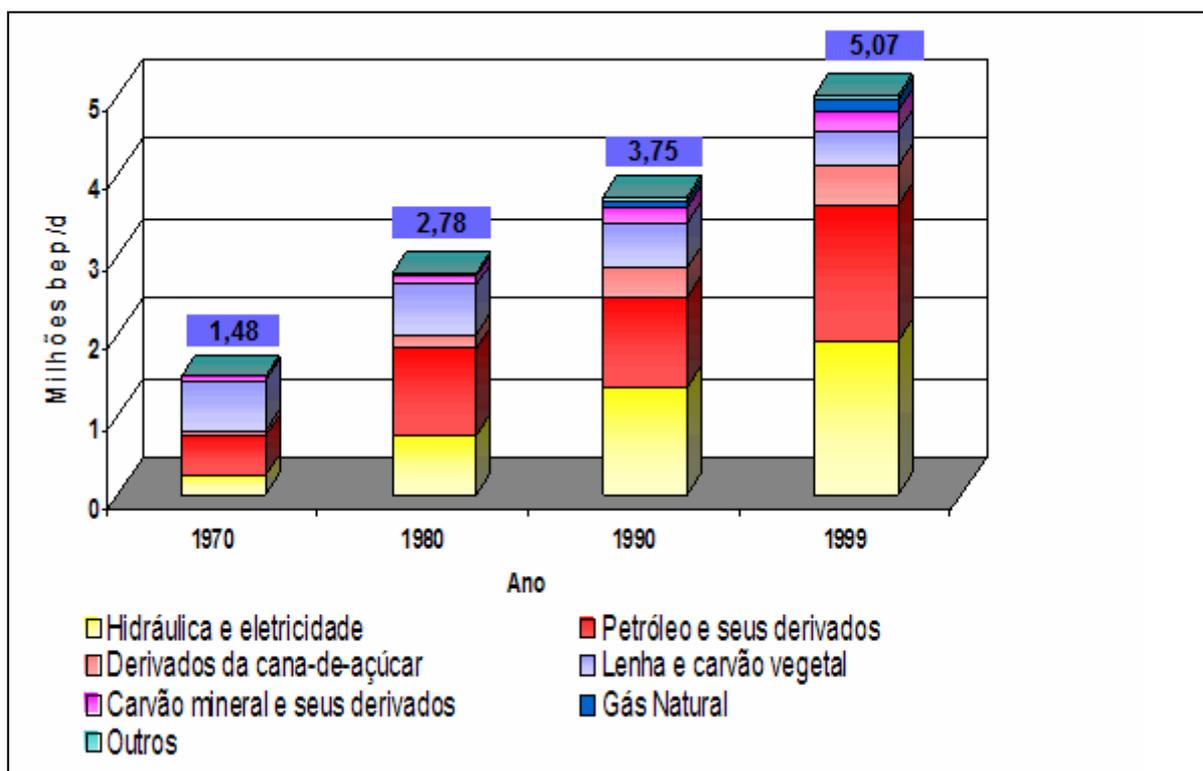


Figura 11: Evolução da participação de cada fonte na matriz energética Brasileira

Fonte: BEN (Balanço Energético Nacional). Site do Ministério de Minas e Energia.

#### 4.6.1 Análise da estrutura da indústria e da concorrência no setor de energia elétrica brasileiro

Aplicando a análise das cinco forças de Porter mostrada anteriormente, é possível simular a situação do setor de energia brasileiro e da concorrência, conforme a figura 12.

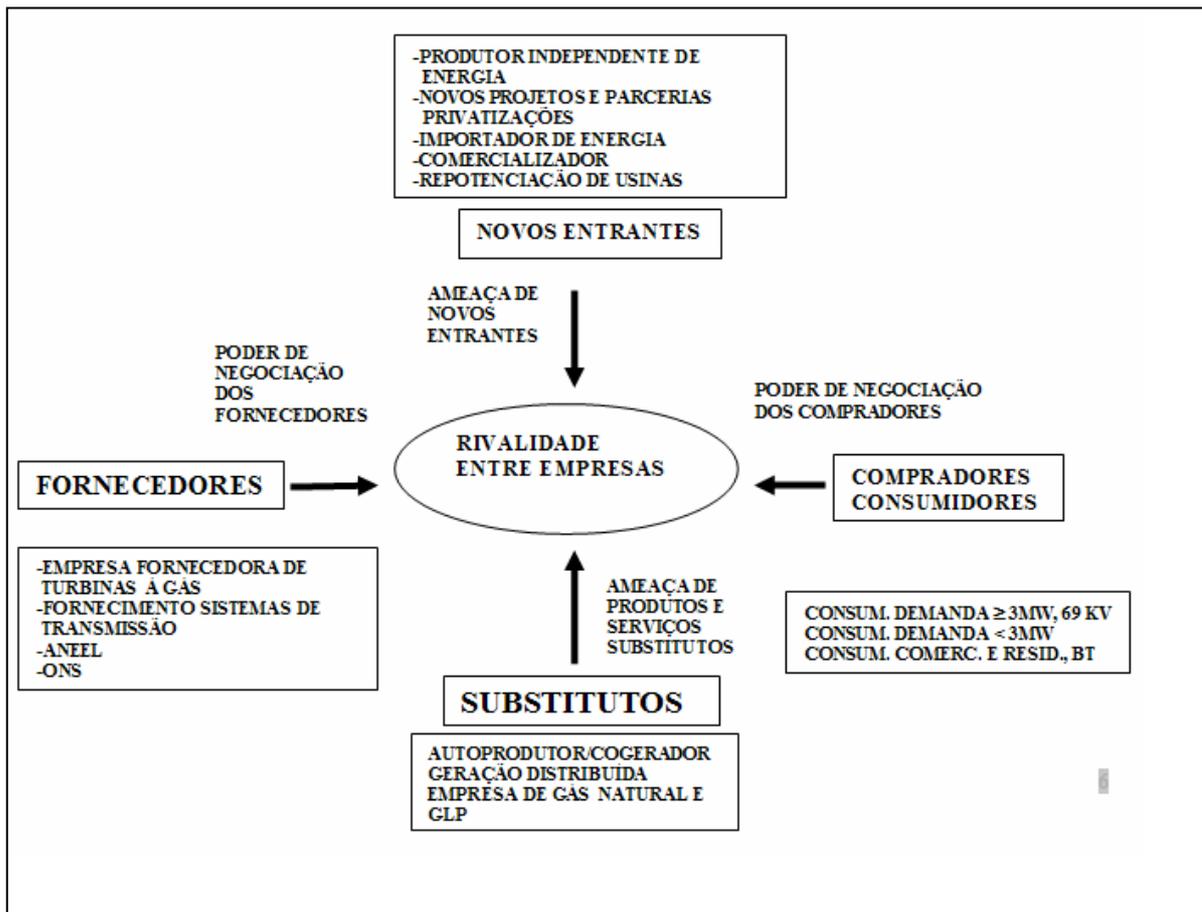


Figura 12: Estrutura da indústria e da concorrência no setor de energia elétrica brasileiro

Fonte: Adaptado de Porter, Michael E. Estratégia competitiva: Técnicas para análise de indústrias e da concorrência – Rio de Janeiro: Campus, 1986.

Antes da análise de cada força separadamente, faz-se necessário esclarecer a atuação dos órgãos reguladores da indústria e da concorrência neste setor.

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) atua nas cinco forças de forma a equilibrar o poder de cada um dos agentes do setor. Sobre as empresas existentes ela atua para promover a rivalidade e a competição. No papel de fornecedor da indústria, a ANEEL disponibiliza dados e informações, impõe regras e promove novos investimentos. Para os consumidores ela atua fiscalizando a atuação dos agentes contra abusos através de regulação e tarifas. Para os novos entrantes e substitutos ela atua de forma a eliminar barreiras, promovendo a competição.

O Operador Nacional do Sistema (ONS) elétrico brasileiro tem uma atuação mais técnica, visando a otimização energética do despacho de carga, a operação da rede básica e a qualidade de energia. Atua na figura de fornecedor, fiscalizando o

livre acesso ao sistema elétrico, suprindo de informações técnicas as indústrias, ao mercado e a ANEEL.

O Mercado Atacadista de Energia (MAE) é um ambiente propício a um mercado econômico, onde participam os compradores e vendedores. No mercado *spot* deverá haver uma sinalização econômica na formação dos preços da energia que reflitam o equilíbrio entre a oferta e a procura.

### **Rivalidade entre empresas**

Com a reestruturação do setor elétrico, o Governo Brasileiro impõe o início da competição entre as empresas. Contudo nota-se fraca rivalidade entre elas no momento atual. Para os próximos anos é esperado o aumento desta rivalidade devido à perda de mercado das concessionárias atuais ocasionado pelos novos entrantes e produtos e serviços substitutos. Assim sendo, as empresas do setor elétrico estão se reestruturando visando os mercados totalmente livres, o que deve acontecer até o ano de 2006. São vistos como fatores determinantes na rivalidade e competição entre empresas, o crescimento do setor, a ação do órgão regulador, a diversidade de concorrentes e os custos de mudanças.

### **Clientes e Consumidores**

Com a reestruturação do setor elétrico e a criação da figura de consumidores livres a partir de julho de 2000, são encontrados, no mercado atual, consumidores potencialmente livres com alto poder de negociação e consumidores residenciais e comerciais, atendidos em baixa tensão, com fraco poder de negociação. No entanto, a partir do mês de janeiro de 2005, com a previsão por parte do órgão regulador, todos os consumidores poderão se tornar livres e desta forma com maior poder de negociação.

### **Novos entrantes**

A compressão das tarifas de energia elétrica, a saída do governo brasileiro do papel do grande investidor na produção de energia, notadamente em hidreletricidade, e a recente reestruturação do setor elétrico provocaram desequilíbrios entre a oferta e a demanda de energia.

Conforme dados do governo brasileiro, através da ELETROBRAS, a capacidade total instalada está muito próxima da demanda, havendo necessidade

de seu aumento para se evitar potenciais riscos ao balanço de energia até o ano 2004. Aliado ao fato da matriz do sistema elétrico brasileiro ser essencialmente hidrelétrica, dependente do regime de chuvas, o quadro se torna mais crítico em termos de abastecimento do mercado.

Por outro lado, o déficit no fornecimento de energia previsto, aliado à tendência de recuperação do valor das tarifas de energia elétrica, é fator favorável ao investimento estrangeiro neste setor.

A reestruturação do setor elétrico, por sua vez, promove e incentiva o aumento da produção de energia e a competição, criando as figuras do Produtor Independente de Energia (PIE), agentes de comercialização e importadores, aqui considerados como os novos entrantes do setor. Em adição, a privatização das empresas estatais de energia elétrica remanescentes e as licitações promovidas pela ANEEL de novos aproveitamentos hidrelétricos, abrem várias oportunidades de investimentos neste setor.

Os novos entrantes podem ser produtores independentes de energia (com novos projetos e parcerias), novos aproveitamentos hidrelétricos, agentes de comercialização de energia, importadores de energia, repotenciação de usinas antigas e as privatizações.

### **Produtos e serviços substitutos**

Os momentos atuais e futuros do mercado brasileiro de energia estão propensos aos produtos e serviços substitutos. Os consumidores, tanto industriais quanto comerciais e residenciais, estão à procura de novos produtos e serviços que agreguem maior valor aos seus processos.

Esse fato se deve, principalmente, aos baixos níveis de serviço prestados pelas concessionárias de energia existentes no passado recente, bem como pela ameaça real de uma elevação considerável das tarifas de energia elétrica.

Como fatores determinantes nas figuras dos substitutos, destacam-se o desempenho do preço relativo dos substitutos, o custo da mudança e a propensão do consumidor na substituição.

Serão analisados com maiores detalhes os substitutos nas figuras do autoprodutor/co-gerador, pois estes atuam substituindo demandas que estariam sendo atendidas pelas empresas existentes no mercado de energia elétrica e fazem parte do escopo deste estudo.

## Autoprodutores / Co-geradores

Com a tendência ao aumento das tarifas de energia, à baixa disponibilidade de energia e ao aumento da oferta de gás natural, investimentos em produção de energia através da co-geração e autoprodução se tornam viáveis, projetando resultados econômicos e estrategicamente vantajosos.

A tabela 1 representa o mapeamento do potencial de mercado, ou seja, as intenções efetivas de investimento das empresas dos respectivos setores analisados, segundo dados da ELETROBRAS. Esta tabela mostra o potencial e intenções de investimentos em co-geração no Brasil em 2003 e 2008, bem como possibilidades na venda de excedentes como produtor independente de energia.

**Tabela 1 Co-geração – Brasil (MW)**

Co-geração _ Brasil (MW)					
Setores	Potencial Técnico	Potencial de Mercado			PIE
		Autoprodução (anos)			
		1988	2003	2008	
Sucro-alcooleiro	4.020	995	1.175	1.175	25
Químico (i)	1.581	389	1.141	1.141	440
Refino de Petróleo (i)	4.283	171	428	428	3.855
Siderúrgico	875	341	695	695	0
Papel e Celulose	1.740	718	1.189	1.654	0
<b>TOTAL</b>	<b>12.499</b>	<b>2.614</b>	<b>4.628</b>	<b>5.093</b>	<b>4.320</b>

Notas:

(i) Os valores referentes ao potencial técnico apresentados são os de potencial de mercado

Fonte: ELETROBRAS (2001)

Da tabela 1 o potencial técnico representa o potencial tecnicamente viável que poderia ser utilizado como co-geração, caso houvesse maiores incentivos governamentais para aplicação de investimentos em co-geração. Já o potencial de mercado representa as verdadeiras intenções das empresas em executar projetos de co-geração de energia com as regras atuais vigentes.

Observa-se da tabela 1 que o setor de refino de petróleo pretende atingir a auto-suficiência em energia elétrica com uma autoprodução projetada de 428 MW, apresentando ainda um excedente de energia comercializável de 3.855 MW até o ano de 2003. Assim, os valores de autoprodução e produção independente de energia nas refinarias representarão cerca de 45% do total da energia co-gerada no

país em 2003. Este é, sem dúvida, um grande filão para alternativas de investimentos em parcerias com a PETROBRAS, uma vez que ela é proprietária de quase a totalidade das refinarias no Brasil.

### **Fornecedores**

Na análise do setor podem ser vislumbrados os seguintes agentes como fornecedores da indústria e do mercado de energia elétrica: empresas de fornecimento de equipamentos e materiais e órgãos reguladores (ANEEL e ONS).

No estudo em questão, é recomendável lembrar que, em relação aos fornecedores de turbinas a gás, devido à estratégia do governo brasileiro de alteração da matriz energética, em direção ao gás natural, dos atuais 2% para 12% em 2010, foi provocado um aquecimento substancial na demanda por turbinas a gás natural visando atendimento aos programas de geração térmica.

## **4.6.2 Análise da estrutura da indústria e da concorrência no setor de petróleo e gás (segmento *downstream*)**

### **Rivalidade entre empresas existentes**

Como praticamente todas as refinarias são da PETROBRAS, com exceção da refinaria de Manguinhos, no Rio de Janeiro, e a da Ipiranga no sul do País, o segmento possui pouca rivalidade entre as empresas instaladas no Brasil.

### **Novos entrantes**

A alta demanda de derivados e a produção insuficiente faz do nordeste brasileiro um grande importador de derivados de petróleo. Investidores internacionais analisam oportunidades de construção de refinarias, com a PETROGAL em Pernambuco e a alemã THYSSEN KRUPP no Ceará.

As margens de lucro que cabem ao refino são pouco atraentes e alguns preços de derivados ainda são controlados.

O consumo de gás natural está em expansão, com novas empresas de distribuição de gás se estruturando. A legislação brasileira deixou por conta dos governos estaduais a regulamentação e concessão de serviços públicos de

distribuição. São boas as oportunidades para empresas estrangeiras com experiência em construção de redes de distribuição de gás natural, que tragam também o financiamento necessário, pela carência de capital.

### **Fornecedores**

Além das tradicionais empresas produtoras e países produtores de petróleo bruto, os fornecedores das refinarias são os fabricantes de equipamentos pesados, empresas de engenharia e construção, empresas de prestação de serviços de manutenção, bem como as empresas de equipamentos diversos.

### **Substitutos**

A área de transporte e distribuição de gás natural está em plena expansão e pode ser vista como um substituto do petróleo e seus derivados. Empresas com conhecimento em eficiência energética possuem oportunidades em prestar serviços para assessorar as indústrias na adaptação de seus equipamentos para utilização de gás natural.

A construção do Gasbol trouxe o gás natural abundante na Bolívia para a região mais industrializada do sul - sudeste do Brasil, sendo um substituto vantajoso para as indústrias que utilizam principalmente óleo combustível, como também para o gás de nafta encanado para utilização residencial. É também um substituto para o gás associado vindo da Bacia de Campos.

### **Compradores**

Os produtos das refinarias - os derivados de petróleo - são praticamente todos vendidos no Brasil às indústrias petroquímicas e às distribuidoras de derivados.

Novos compradores estão surgindo para utilização do gás natural, principalmente empresas que investem em usinas termelétricas movidas a gás. Grandes oportunidades de negócios são previstas para as empresas com domínio da tecnologia de construção, operação e manutenção de turbinas a gás e do ciclo combinado para produção de vapor para as indústrias.

## 4.7 A percepção do problema

No estudo em questão, a cadeia de suprimentos do segmento industrial e seu processo produtivo foram analisados de forma sistêmica e utilizando-se a metodologia de Churchman (1972) que sugere um planejamento para o enfoque sistêmico:

- Identificar claramente os sistemas, seus subsistemas e componentes, estruturando de forma adequada a análise;
- Considerar cada componente como se fosse um sistema;
- Estabelecer o objetivo pretendido com clareza;
- Estabelecer as medidas de rendimento do sistema definindo as variáveis que irão mensurá-las;
- Criar alternativas viáveis, buscando processos e/ou tecnologias diferentes, com rendimentos diferentes;
- Otimizar os sistemas e subsistemas de forma integrada;
- Calcular o rendimento e o custo para cada alternativa, de cada um dos sistemas, subsistemas e seus componentes;
- Integrar os subsistemas de cada uma das alternativas de forma a gerar soluções consistentes para o sistema;
- Avaliar as alternativas através da relação custo/benefício, custo/nível de rendimento ou outra metodologia de avaliação econômica.

O primeiro passo executado foi entender o sistema de fornecimento de energia elétrica, dividi-lo em pelo menos três sistemas: o de fornecimento de energia elétrica da concessionária local, o de produção de energia própria e o sistema de proteção e seletividade (responsável pela qualidade da operação interligada) e assim estudar os três sistemas individualmente e suas interações quando em operação conjunta.

### **O sistema da concessionária**

A concessionária fornece energia elétrica à LUBNOR em 69 kV, através de duas linhas de transmissão oriundas de uma mesma subestação, localizada no porto do Mucuripe próximo a estação consumidora.

A qualidade no fornecimento de energia elétrica por parte do sistema CHESF/COELCE é fator determinante para a baixa confiabilidade apresentada pelo sistema de geração de energia da LUBNOR.

O sistema de fornecimento apresenta um elevado número de ocorrências em oscilações de tensão e frequência causadas pelos mais diversos motivos.

As primeiras medições, realizadas pela concessionária local, mostraram que os afundamentos variam aproximadamente entre 67% e 88% com durações entre 28ms e 770ms. Estes estudos foram repetidos em intervalos de dois meses de duração.

O número elevado de eventos desta natureza aumenta sobremaneira o risco do colapso geral no fornecimento de energia da LUBNOR, como também eleva o número de operações do disjuntor de interligação e o desligamento constante das cargas selecionadas no sistema de descarte.

O uso mais intenso de variadores de velocidade no acionamento de motores elétricos, sem a avaliação do seu comportamento frente às depressões de tensão da rede elétrica, tem causado impactos significativos na produção das plantas de processo.

Em muitos casos, as oscilações na rede de fornecimento causaram desligamentos de cargas acionadas por variadores de velocidade e estes desligamentos, por serem de cargas principais na planta, levaram à total parada do processo produtivo.

Esta estatística, apesar de não pertencer ao sistema de geração própria de energia pela termelétrica, foi sempre a ela associada e se confundiu ao longo do tempo com a performance do sistema de geração.

### **O sistema de co-geração**

O sistema de co-geração é composto de uma turbina movida à gás natural, um gerador elétrico de 4,0 MVA de potência e uma caldeira recuperadora de vapor capaz de produzir 15 t/h de vapor a uma pressão de 12 kg/cm<sup>2</sup>.

A atual capacidade de geração já não atende completamente a demanda de energia elétrica e vapor da unidade. Atualmente, a LUBNOR compra energia da concessionária e é obrigada a utilizar uma caldeira convencional para complementar a necessidade de vapor de suas plantas de processo. Esta caldeira convencional já completou sua vida útil e hoje se estuda sua substituição.

Com base em informações técnicas fornecidas pela LUBNOR, foi verificado que desde o início de sua operação, o sistema de co-geração apresentou uma série de problemas que foram sendo resolvidos ao longo dos anos. Alguns deles foram:

- Software de controle da turbina;
- Projeto de controle do sistema de exportação de energia elétrica;
- Sistema de gás combustível;
- Sistemas auxiliares;
- Sistema de ar de admissão.

### **O sistema de proteção e seletividade**

Este sistema é composto por um conjunto de relés de proteção, cuja finalidade é interromper o circuito elétrico quando ocorrerem falhas na rede da concessionária ou na rede da indústria. Exemplos de falhas são curto circuitos, sobrecargas, sub e sobre frequência, sub e sobre tensões e falta de sincronismo. Os relés de proteção devem atuar de forma seletiva, isto é, isolar somente a região defeituosa.

Foi utilizado, após a entrada em operação do sistema termelétrico, um estudo preliminar de proteção e seletividade executado antes da compra do sistema de co-geração, durante a ampliação da subestação de entrada.

Durante o projeto da termelétrica, foi sugerido pela SOLAR, fabricante da turbina, a instalação de relé função 78 (surto vetorial) para proteger o sistema contra uma súbita oscilação que poderia acoplar novamente o sistema da LUBNOR com o da rede externa fora de sincronismo.

Tal relé causou grandes problemas, por ser de difícil ajuste, não ser possível torná-lo seletivo e ainda não ser compatível com um sistema de fornecimento fraco da concessionária local, fazendo com que qualquer perturbação na rede causasse sua atuação e, conseqüentemente, o desligamento da interligação.

Assim, a LUBNOR atravessou um período de tentativas de ajustes no qual quando o relé 78 estava em determinado ajuste, uma perturbação na concessionária provocava o desligamento do disjuntor de acoplamento em um tempo relativamente longo levando também o sistema de co-geração a ser desligado por atuação do relé multifunção do gerador. O resultado era a total falta de energia nas unidades.

Foi, então, iniciado o estudo de proteção e seletividade pela área de engenharia de sistemas elétricos da PETROBRAS e sua implantação concluída em 1999.

Tal estudo excluiu o uso do relé 78 e a padronização dos relés instalados na SE-650 (subestação de entrada), pois além da diversidade existente ainda existiam relés antigos com dificuldade de seletividade no estudo da proteção proposto.

### **Conclusões preliminares**

As análises acima ficaram restritas a um dos principais insumos da cadeia de suprimentos da LUBNOR, o fornecimento de energia elétrica. As primeiras avaliações mostravam um grave problema no fornecimento de energia elétrica por parte da concessionária local em conjunto com um sistema de co-geração de energia posto em operação no final do ano de 1995. O ano seguinte foi o ano da entrada em operação da planta de lubrificantes naftênicos.

A nova planta, por possuir características diferenciadas das demais, exigia uma fonte de energia elétrica de alta confiabilidade e disponibilidade. Esta foi uma das razões da instalação de um sistema próprio de geração de energia elétrica. Com o início da operação da planta de lubrificantes se começou realmente a perceber a qualidade da energia elétrica fornecida pela concessionária.

Começaram a surgir inúmeros problemas operacionais com o aumento do nível de automação e acionamentos eletronicamente construídos, pois estes dispositivos são extremamente sensíveis à qualidade da energia elétrica disponível na instalação.

Outro problema notado foram os danos causados à planta de lubrificantes por descontinuidade no processo produtivo devido a desligamentos de alguns equipamentos vitais ao processo (que causam o desligamento de toda uma planta) ou por falta de suprimento de energia elétrica que provoca o mesmo efeito. Tais paradas impõem à planta de lubrificantes mudanças bruscas de temperatura e pressão o que, ao longo do tempo, leva a danos severos em alguns equipamentos. Esta planta opera com pressões e temperaturas bastante elevadas, não sendo recomendado, portanto, ciclos ou regimes alternados destas duas variáveis.

## **5 DIAGNÓSTICO E PROPOSTA DE SOLUÇÃO DO PROBLEMA**

Como já foi mencionado anteriormente, a operação típica de fabricantes envolve a aquisição de baixo custo de materiais, componentes e trabalho. Isto requer sistemas de distribuição de produtos acabados que operem a baixo custo total e que sejam capazes de prover serviços confiáveis de alta qualidade a seus clientes. Esta complexidade de produção exige o desenvolvimento de uma logística integrada.

Seguindo o raciocínio de alguns autores, uma forma de simplificar essa análise é utilizar o modelo de logística global apresentado no capítulo 2, que possui três dimensões e que pode ser utilizado como uma excelente ferramenta analítica. A dimensão setorial que se aplica à integração entre empresas mostra que a principal idéia é que os mercados são formados por compradores e vendedores (fornecedores e clientes). Com uma integração bem sucedida na cadeia de suprimentos, com o compartilhamento de recursos, organização, estratégias, dentre outros, as empresas podem otimizar o canal total, eliminando as ineficiências que somente adicionam custo sem agregação de valor ao processo.

Durante a busca de soluções para o problema identificado, pode-se à primeira vista imaginar como resposta a produção de energia de forma isolada da concessionária. Este capítulo irá abordar o desenvolvimento das ações para a solução do problema, sua caracterização, análises de várias configurações para o sistema elétrico da LUBNOR, experiências em sistemas industriais semelhantes e as necessidades energéticas dessa indústria e, assim, recomendar qual a melhor

filosofia de fornecimento de energia elétrica dentro da cadeia de suprimentos da empresa e outras medidas mitigadoras associadas.

## 5.1 A coleta de dados e estatísticas

Durante o ano de 1997 e nos anos seguintes foi iniciada e mantida uma política de coleta de dados permanente sobre o sistema elétrico, onde se apuravam todas as principais faltas no sistema da concessionária, no sistema de geração de energia da empresa e na interligação entre os dois sistemas. Esses relatórios também mostravam as conseqüências das falhas nas plantas de processo. A figura 13 mostra um resumo do número de ocorrências, a partir de 1997.

A simplicidade do gráfico de desligamentos não mostra as conseqüências para o processo produtivo. Como fora mencionado anteriormente, as plantas de processo da LUBNOR possuem sistemas eletrônicos em muitos acionamentos de cargas elétricas que são muito sensíveis a distúrbios na tensão de alimentação; como conseqüência, a maior parte das perturbações mostradas no gráfico da figura 13, seja de oscilações da rede ou saída do paralelo, levavam a desligamentos das plantas de processo.

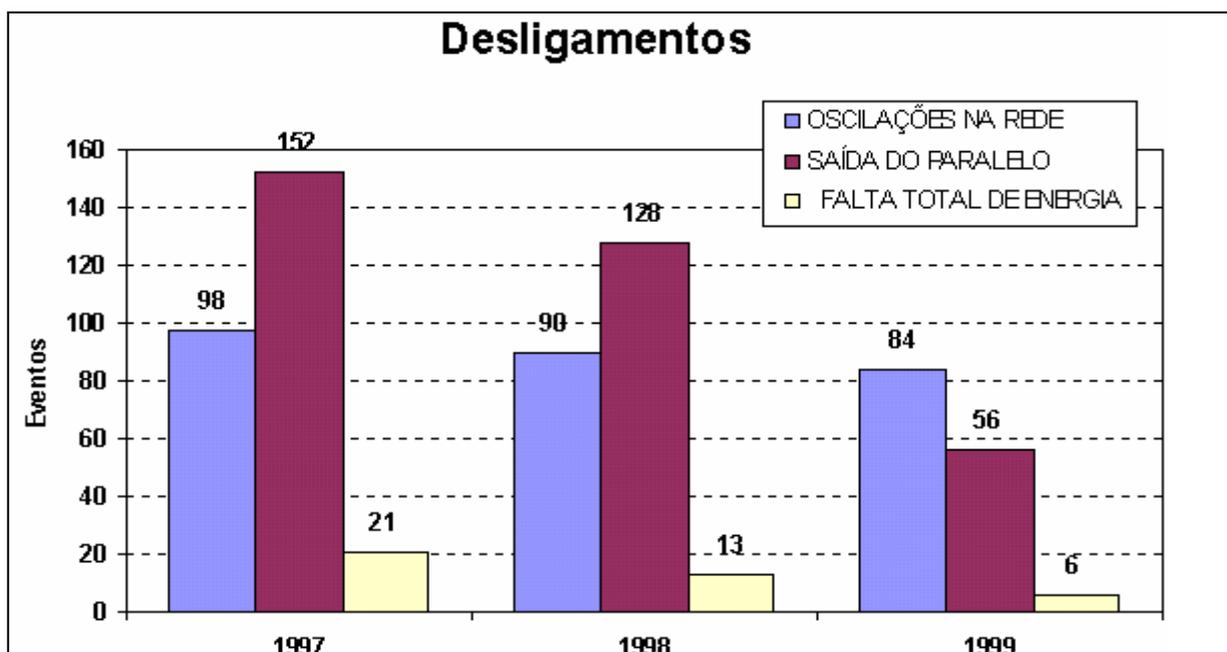


Figura 13: Número de desligamentos (por tipo de evento) por ano

Fonte: LUBNOR (1999)

Os primeiros dados coletados já indicavam uma série de problemas de natureza distinta e que deveriam ser tratados cuidadosamente, de forma isolada e em uma seqüência lógica, pois os problemas tinham interação entre si e esta interação poderia mascarar ou influenciar de forma errada as análises das causas dos problemas de qualidade de energia elétrica na LUBNOR.

Além disso, a base de dados compilada pela área operacional apresentava alguns problemas de fidelidade das informações e ausência de alguns dados fundamentais para se inferir sobre as causas dos problemas e se projetar solução adequada.

A falta de um sistema de automação na área de utilidades, naquele período, associado à falta de procedimentos padronizados nas anotações das informações no momento de cada falha do sistema elétrico tornou mais difícil o levantamento de uma base de dados confiável para análise das possíveis causas.

Foram criadas, naquele momento, algumas tabelas e listas de acompanhamento dos eventos relativos ao comportamento do sistema elétrico. Essa nova forma de acompanhamento tornou mais claro qual a rota de solução a ser adotada.

Outro ponto também tratado foi o de como melhorar o fornecimento de energia da concessionária local. Para isso foram implementadas várias melhorias. Também foi iniciada uma série de medições elétricas em conjunto com a concessionária para avaliação da qualidade da energia e possível detecção de algumas causas.

O estudo em conjunto com a concessionária produziu um volume de informações, até então não avaliadas quantitativamente, que foram de vital importância para o estudo da proteção do sistema elétrico. Os dados coletados mostravam a dimensão dos afundamentos de tensão, sua duração e qual a ocorrência relativa à falta. Estes dados mostrados nos quadros 1 a 5 do anexo deste trabalho, também revelaram que a LUBNOR pouco podia fazer para mudar a qualidade de energia de seu principal fornecedor, pois os problemas apontados nos relatórios dos estudos direcionavam para problemas na distribuição da rede de 69 KV dentro da cidade de Fortaleza, como abalroamentos de veículos em postes de eletricidade, contatos de árvores com a rede elétrica, dentre outros. Estes problemas somados ao baixo nível de curto-circuito da concessionária no ponto de entrega

deixavam claro que, caso a LUBNOR desejasse uma melhoria em seu sistema elétrico, deveria partir para uma solução própria.

### Análise do Monitoramento

Foi verificado que nos meses de novembro e dezembro de 1999 e janeiro, fevereiro e até 16 de março de 2000, o número de afundamentos da tensão foram 13, 12 (e uma elevação momentânea), 11, 15 e 3, respectivamente. Dentre estes números não foi constatada nenhuma subfreqüência que pudesse levar à atuação da proteção.

A maioria dos afundamentos (56%) estava entre 80 e 90% da tensão nominal. e 82% dos eventos tiveram duração abaixo de 0,5s.

Foi visto que nos gráficos de pontos de novembro e dezembro de 1999, e de janeiro, fevereiro e até 16 de março de 2000, quais foram os afundamentos da tensão que ficaram fora da curva CBEMA (*Computer and Business Equipment Manufacturers*); isto significa que apenas esses afundamentos da tensão poderiam, provavelmente, levar ao desligamento das cargas sensíveis como computadores.

O estudo conjunto LUBNOR – COELCE apresentou um relatório com algumas conclusões e principalmente uma série de dados que serviram de base para o primeiro estudo de proteção e seletividade com suficiência de informações.

Na figura 14 pode-se ver o comportamento dos afundamentos de um período das medições.

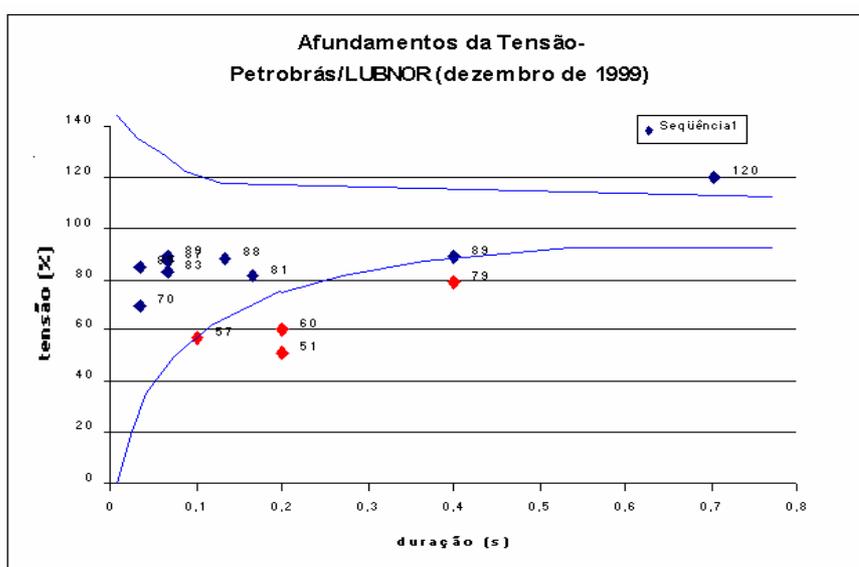


Figura 14: Comportamento dos afundamentos de tensão

Fonte: COELCE. Relatório da qualidade de energia (PETROBRAS – LUBNOR), 1999.

### **Impactos financeiros**

Para a análise financeira das perdas de produção é utilizado, pela PETROBRAS, um sistema corporativo de acompanhamento das perdas chamado de NS-34.

Conforme informações da PETROBRAS, o objetivo do Sistema de Acompanhamento das Perdas de Produção do Abastecimento – NS34 – abrange três tópicos principais:

- Identificar as causas das perdas de capacidade de processamento das unidades de processo em relação à carga de referência da unidade considerada;
- Orientar as ações técnicas e gerenciais para aumentar a disponibilidade e confiabilidade do parque de refino e dar subsídios para o seu planejamento;
- Possibilitar a comparação com referenciais de excelência, no que se refere ao Fator de Utilização (FUT) das unidades operacionais.

O sistema NS-34 permite, além de caracterizar a origem das perdas, classificá-las quanto à especialidade envolvida: instrumentação, elétrica, caldeiraria, equipamentos dinâmicos ou área complementar - quando a causa imediata da perda for devido a equipamentos (PEQ) ou utilidades (UTL).

Com a base das informações de perdas causadas pelo sistema elétrico fornecidas pelo NS-34 foi possível fazer o levantamento quantitativo dos valores envolvidos e utilizar essas informações no estudo de possíveis melhorias do sistema elétrico da LUBNOR.

A título ilustrativo, a figura 15 mostra um gráfico extraído do NS-34 onde é possível se visualizar a perda de produção por dias equivalentes de 1997 a 2000, por classe de equipamento.

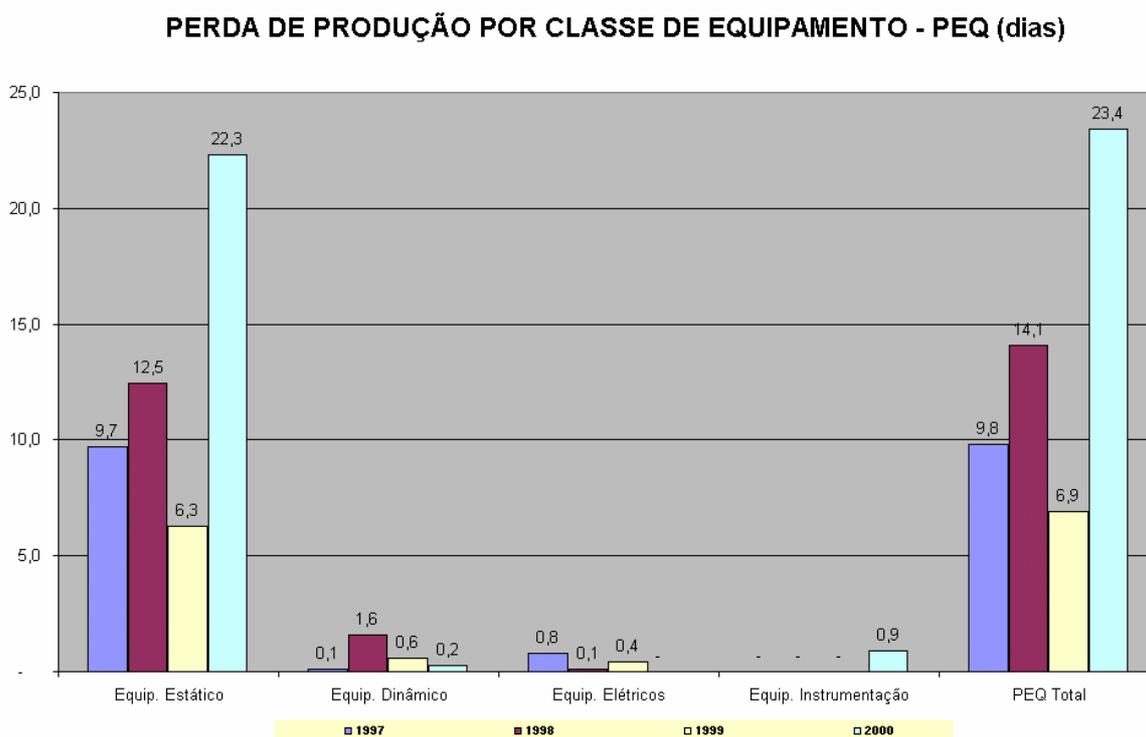


Figura 15: Perda de produção por classe de equipamento (NS-34)  
 Fonte: PETROBRAS. Sistema NS-34 (2000)

## 5.2 A caracterização do principal problema

A implantação do novo estudo de proteção e seletividade permitiu à LUBNOR iniciar um período de análises do sistema elétrico com maior rigor técnico, pois, até então, com o sistema elétrico sem os corretos ajustes na proteção, encobria os principais e reais problemas do fornecimento de energia elétrica.

Inicialmente foi dada partida em um programa interno para aumento da confiabilidade do sistema elétrico, buscando a solução de diversos problemas que, até o momento, não estavam facilmente visíveis.

Naquele momento foi criada uma comissão para avaliar as ocorrências e propor soluções para aumentar a confiabilidade do sistema elétrico.

De acordo com a LUBNOR o estudo apontou uma série de problemas que deveriam ser atacados de forma imediata. Estão listados a seguir alguns dos principais problemas levantados pelo grupo de estudo:

- Deficiências no registro e avaliação das ocorrências operacionais;

- Problemas nos equipamentos eletrônicos de acionamento, devido à baixa qualidade de energia disponível;
- Problemas nos sistemas de ar, de combustível, e de suprimento de gás natural para o turbogerador;
- Problemas no software de controle e exportação de energia do turbogerador;
- Problemas no estudo de proteção e seletividade da LUBNOR.

O primeiro ponto a ser melhorado foi a implantação imediata de um sistema de coleta de dados preciso e o uso de instrumentos eletrônicos para coleta e análise das ocorrências elétricas. Inicialmente, através da concessionária local (COELCE), foi instalado um equipamento de aquisição e registro das perturbações elétricas (parte destes dados está mostrada no item anterior). Estas informações foram utilizadas pela PETROBRAS para preparar um primeiro estudo de proteção e seletividade para o sistema elétrico existente na LUBNOR, considerando a operação interligada entre a COELCE e o turbogerador.

Paralelamente a este estudo os outros problemas mencionados no início também foram atacados.

Um dos pontos que causavam muitos desligamentos indevidos das plantas de processo eram os acionamentos de motores por variadores de velocidade. Estes dispositivos, por possuírem uma eletrônica sofisticada em seu projeto, exigiam uma qualidade de energia diferenciada da existente para seu pleno funcionamento.

A LUBNOR também contratou o fabricante da turbina e do gerador para fazer as mudanças necessárias no software de controle da máquina acionadora, fez as melhorias necessárias no sistema de combustível e ar da turbina e melhorou as condições de filtragem do gás natural, atendendo aos requisitos do relatório do grupo de trabalho que levantou os principais problemas do sistema elétrico.

Quando o estudo de proteção e seletividade foi finalizado, a empresa decidiu contratar uma organização americana especialista em sistemas elétricos para que, de forma redundante, um outro estudo de proteção fosse realizado.

O novo estudo contratado apresentou resultados similares ao estudo realizado com pessoal próprio e recomendava algumas modificações na filosofia de proteção até então adotada: a modernização de alguns dispositivos de proteção, mudanças em ajustes dos relés de proteção e uma auditoria completa no sistema elétrico para verificar a conformidade com os novos padrões adotados pelo estudo.

As recomendações da auditoria geraram uma série de modificações que foram implantadas dentro de um cronograma de serviços discutido com as áreas de operação, pois em alguns casos havia interferência operacional.

Apesar da implementação das melhorias propostas pelo grupo de trabalho e da sensível redução do número de ocorrências no sistema elétrico da unidade de negócio, ainda persistem problemas com a qualidade de energia, principalmente causados pela concessionária local e a sua influência no sistema elétrico da LUBNOR em operação interligada.

A LUBNOR, hoje, produz 3,1 MW dos 4,1 MW necessários ao seu processo produtivo; a energia complementar é fornecida pela concessionária local – COELCE. Isso leva a descartes de cargas previamente selecionadas a cada vez que o sistema de proteção detecta problemas na rede elétrica da concessionária e desfaz a interligação do paralelo com a LUBNOR. Isto, mesmo com a seleção antecipada das cargas que vão ser desligadas, sempre traz transtornos operacionais.

Após a finalização dos estudos do sistema elétrico e a implementação das melhorias sugeridas, ficou caracterizado que o problema do sistema elétrico da LUBNOR consiste de afundamentos periódicos de tensão causados por distúrbios da concessionária local, e que estas perturbações causam paradas indevidas nas plantas de processo, levando a relevantes perdas econômicas e redução no nível de serviço a seus principais clientes.

Também foi notada de forma indireta, que não era objeto do estudo, uma deficiência na quantidade de vapor produzido na empresa. O sistema de co-geração hoje existente possui uma capacidade de gerar de 12 a 15 t/h (toneladas por hora) de vapor, enquanto que a demanda da LUBNOR chega a atingir, em determinados momentos, 20 t/h. Para atender tal demanda é necessário se utilizar uma caldeira convencional para complementar o vapor requerido pelo processo. Essa caldeira já está em final de vida útil, sendo adequado somente seu uso para casos emergenciais.

Além disso, um outro problema existente é a necessidade crescente de aumento da rentabilidade da LUBNOR. Esta necessidade pode ser minimizada aumentando-se o portfólio de negócios da empresa com a geração de novas receitas através de novos produtos como a energia elétrica gerada dentro de sua

unidade produtiva e comercializada para outras indústrias ou para a própria concessionária de energia elétrica do Estado.

### **5.3 Manutenção do paralelismo com a concessionária**

O paralelismo de sistemas industriais de co-geração de energia elétrica e vapor com a rede pública é um assunto muito discutido entre profissionais de órgãos reguladores, de concessionárias de energia elétrica e do setor privado. A questão torna-se mais instigante quando se trata de qualidade do fornecimento de energia e do futuro do setor de energia elétrica no Brasil.

Para muitos consumidores industriais de médio e grande porte, suprir a demanda de energia elétrica em parte ou totalmente através de geração própria é sempre uma alternativa a ser estudada do ponto de vista econômico. O ciclo a ser usado para a geração própria depende tanto de fatores relativos ao processo da indústria, entre eles consumo de energia térmica (vapor e/ou gases quentes) e consumo de energia elétrica, quanto de fatores externos e conjunturais como tarifa de energia elétrica, disponibilidade e custo de combustíveis e o custo do próprio equipamento a ser utilizado para geração própria. Independentemente do aumento da confiabilidade do fornecimento de energia elétrica, consegue-se um melhor aproveitamento das fontes primárias de energia, o que contribui para a economia de insumos.

Em países em desenvolvimento, onde o consumo de energia elétrica cresce a taxas relativamente elevadas e as redes de transmissão e distribuição de energia elétrica não estão perfeitamente estabelecidas devido aos requisitos de crescimento (e investimento) contínuo, a necessidade de criar uma fonte de energia elétrica confiável é muitas vezes a principal motivação para instalar a geração própria numa indústria.

#### **O Paralelismo**

A princípio pode parecer que as vantagens da geração própria previstas podem ser alcançadas com operação isolada em relação à rede pública. Porém, na

prática, considerações econômicas e de confiabilidade favorecem a operação em paralelo. Dentre estas considerações pode-se citar:

- Otimização da operação do sistema termelétrico, pela possibilidade de operar os turbogeradores de acordo com o consumo de energia térmica, comprando da rede a energia elétrica suplementar para a indústria ou, até mesmo, exportando os excedentes de geração para a concessionária;
- Regulação automática do intercâmbio de potência ativa e do fator de potência no ponto de interligação;
- Possibilidade de isolar o sistema da indústria do da rede pública quando ocorre falha nesta última, garantindo o fornecimento de energia elétrica ao menos para as cargas prioritárias da indústria. Também, em caso de falha na geração própria, não haverá interrupção do fornecimento de energia elétrica.

A avaliação da interligação do sistema autoprodutor com a rede pública é de fundamental importância para que se possam atingir todas as vantagens do paralelismo. Esta avaliação deve definir aspectos de operação e controle do sistema, configuração do circuito, sua monitoração e sua proteção, pontos de sincronização e de isolamento do circuito em caso de falhas, aterramento etc.

Neste capítulo serão enfocadas algumas questões técnicas relativas às filosofias típicas de operação e proteção do paralelismo hoje adotado pelas indústrias co-geradoras. O trabalho é desenvolvido de modo a identificar os aspectos que podem ser melhorados e que permitam uma melhor integração entre autoprodutores e concessionárias de energia elétrica, visando a melhoria global da qualidade do fornecimento de energia elétrica e da eficiência energética.

### **Sistemas de proteção do paralelismo**

Na ocorrência de faltas, os equipamentos de isolamento automático devem atender às seguintes condições:

- Problemas na rede da concessionária que possam causar distúrbios no sistema elétrico da indústria precisam ser prontamente detectados e os dois sistemas devem ser isolados;
- Problemas na geração própria não devem causar a interrupção do fornecimento da rede da concessionária;

- Curtos-circuitos no sistema da indústria também não devem causar a interrupção do fornecimento da concessionária. Dessa maneira, assegure-se a manutenção do nível de tensão e fornecimento de potência reativa após a eliminação da falta (que depende das características da rede e da capacidade dos equipamentos de interligação).

Para atender a todas estas condições, a proteção do paralelismo é composta por uma combinação lógica de vários tipos de relés. Os relés fundamentais que devem compor o esquema são de sub e sobretensão e de sub e sobrefreqüência. Para acelerar a atuação da proteção em caso de faltas e evitar a atuação indevida dessas proteções em outras condições, acrescentam-se ao esquema relés direcionais de corrente e potência ativa e relés de taxa de freqüência.

Em sistemas onde os tempos críticos de abertura de falta (limite de perda de estabilidade para curtos-circuitos) são baixos, ou onde os tempos de atuação das proteções de curto-circuito são altos por questões de seletividade, devem-se limitar os tempos de eliminação de faltas para diminuir o risco de instabilidade. Isto pode ser resolvido através da otimização dos ajustes da proteção (se houver margem para tal) e modernização dos equipamentos. Isso, no entanto, representa um alto custo, que não é geralmente justificável pela redução de eventos não estáveis e redução de risco de dano ao turbogerador. A alternativa, nestes casos, é a instalação de relés de perda de sincronismo, que funcionam pelo critério de mudança repentina de ângulo de fase da tensão, conseguindo detectar a perda de sincronismo antes mesmo de ocorrer o escorregamento de um pólo do gerador.

A definição do esquema ideal de proteção para o paralelismo depende fortemente do comportamento dinâmico do sistema a ser protegido. Apesar de já existirem esquemas e ajustes consagrados, a maneira mais confiável de verificar a adequação do esquema e de analisar casos especiais é através de simulações dinâmicas. Para isso, utilizam-se programas que permitem a modelagem dinâmica de todos os relés do paralelismo e de outros que possam causar quedas de geradores ou cargas prioritárias por atuação indevida (tipicamente relés de sobrecorrente, de perda de campo e de reversão de potência dos geradores e relés de subtensão de motores), além da modelagem detalhada das características eletromecânicas da carga (principalmente grandes motores de indução e síncronos) e dos geradores.

### Faltas típicas e suas implicações nos dois sistemas envolvidos

Os quadros 3 e 4 resumem as faltas típicas que envolvem a proteção do paralelismo e suas implicações potenciais, tanto no sistema da concessionária quanto no da indústria.

Deve-se ressaltar que todas as faltas descritas causam distúrbios no sistema térmico (devido à variação de geração dos turbogeradores e rejeição de cargas consumidoras de energia térmica), os quais influenciam a estabilidade de longo prazo do sistema termelétrico como um todo.

**Quadro 3: Faltas típicas no sistema da concessionária**

Falta	Implicações potenciais no sistema da indústria	Implicações potenciais no sistema da concessionária
Desligamento acidental do fornecimento de energia elétrica da concessionária	Variação de frequência; variação de tensão; problemas se houver religamento automático da linha; sobrecarga dos geradores; rejeição de cargas; <i>trip</i> de geradores	Linha permanece energizada até atuar proteção da indústria; problemas se houver religamento automático da linha
Curto-circuito e posterior desligamento do fornecimento de energia elétrica da concessionária	Variação intensa de tensão; <i>drop-out</i> de contadores de motores; déficit de potência reativa com a reaceleração de motores de indução; sobrecarga dos geradores; <i>trip</i> de geradores	Desligamento de cargas de consumidores nas proximidades da falta
Perda de geração significativa no sistema da concessionária (e.g. Itaipu e Xingó)	Variação de frequência com alta taxa; rejeição de cargas; perda de sincronismo; sobrecarga dos geradores; <i>trip</i> de geradores	Variação de frequência com alta taxa; sobrecarga dos geradores; rejeição de cargas; oscilações de potência em LT's; <i>trip</i> de geradores; <i>trip</i> de LT's

Fonte: Vasconcelos, A. Eletricidade Moderna (1999).

### Proposições

As principais vantagens do paralelismo são a possibilidade de operar o turbogerador na geração mínima para atender o consumo de energia térmica (independentemente do fato de a carga prioritária ser maior que esta geração mínima) e a de ativar uma caldeira convencional em períodos em que houver disponibilidade de energia temporária de substituição térmica. Assim, otimiza-se o custo da energia elétrica para a empresa e se contribui para a otimização do custo de geração e operação do sistema da concessionária.

#### Quadro 4: Falhas típicas no sistema da indústria

Falta	Implicações potenciais no sistema da indústria	Implicações potenciais no sistema da concessionária
Curto-circuito no nível de tensão de distribuição de energia elétrica da indústria	Variação intensa de tensão; <i>drop-out</i> de contadores de motores; desligamento do paralelismo; déficit de potência reativa com a reaceleração de motores de indução; rejeição de cargas; perda de sincronismo; sobrecarga dos geradores; <i>trip</i> de geradores	Desligamento de cargas de consumidores nas proximidades da indústria
Desligamento acidental do turbogerador	Sobrecarga dos geradores remanescentes e/ou da interligação; desligamento do paralelismo; <i>trip</i> de geradores	Pequena sobrecarga na linha que fornece energia elétrica para a indústria

Fonte: Vasconcelos, A. Eletricidade Moderna (1999).

#### Conclusões sobre a manutenção da interligação dos sistemas elétricos

Segundo Vasconcelos (1999), o paralelismo é vantajoso tanto para a indústria (autoprodutor) quanto para a concessionária, não só do ponto de vista de melhoria da confiabilidade do sistema, mas também do ponto de vista econômico-financeiro.

Os problemas técnicos de segurança da operação de sistemas que alimentam indústrias autogeradoras são perfeitamente solucionáveis pela elaboração cuidadosa de esquemas de proteção da interligação e da análise dos sistemas de religamento da concessionária. Com a tecnologia de relés hoje disponível, virtualmente qualquer falta é detectada em tempos pouco maiores que um ciclo, conseguindo-se tempos de eliminação de faltas de 60 ms.

Logo, a autoprodução e o paralelismo não devem ser desestimulados por temores tecnicamente refutáveis, devendo-se, sim, incentivar sua associação, para viabilizar o aproveitamento do potencial de geração de indústrias e, assim, chegar a uma redução do custo global de energia elétrica e das fontes primárias de energia.

#### 5.4 Alternativas de solução

Durante a análise do problema foi detectada além da fragilidade do fornecimento de energia elétrica pela concessionária local, a grande sensibilidade dos sistemas eletrônicos dos acionamentos de cargas elétricas às variações de tensão do sistema. Estes dados foram coletados durante os estudos de qualidade da

energia elétrica da LUBNOR no período analisado e levam a questionamentos do uso destes dispositivos e sobre que medidas poderiam ser adotadas para minimizar ou solucionar este problema.

Assim surge como primeira alternativa de solução do problema a remoção de tais dispositivos do sistema elétrico ou uma melhoria em seu projeto construtivo e de parametrização que permitisse torná-los imune às oscilações do sistema elétrico. Porém, esta solução, apesar de tornar o sistema produtivo mais imune aos distúrbios provocados pela má qualidade da energia elétrica da concessionária, não elimina o descarte de cargas quando ocorre a abertura do paralelismo entre os dois sistemas, imprescindíveis para segurança dos equipamentos.

Nos capítulos anteriores foi mostrado que o resultado de um trabalho de aprofundamento do conhecimento técnico sobre variadores de velocidade (principais equipamentos sensíveis) foi atingido e que inúmeras melhorias foram implementadas pelo grupo de manutenção e engenharia da LUBNOR a esses equipamentos.

O passo seguinte foi certificar-se que todos os ajustes, configurações de instalações, dimensionamento e adequação às respectivas cargas estavam corretamente definidos. Posteriormente, identificar quais os tipos de equipamentos e seus respectivos fabricantes estavam associados ao maior número de falhas devido às oscilações de tensão e estudar a possibilidade de substituição por modelos mais confiáveis. Também foi verificado como um dos critérios de escolha de fornecedores aquele que apresentou melhor nível de serviço pós-venda e disposto a um trabalho conjunto de melhoria e adequação do produto às condições operacionais locais.

A partir deste ponto, foi iniciado um trabalho com os principais fornecedores de variadores de velocidade, colocando a disposição destes todas as informações disponíveis do sistema elétrico, das cargas acionadas e das características do processo. Começou, então, um trabalho em equipe para se otimizar cada parte do sistema. Os fabricantes propuseram mudanças nos parâmetros de ajustes dos dispositivos, mudanças de softwares de controle e posteriormente, com a ajuda dos técnicos da LUBNOR, mudanças no projeto dos equipamentos.

Apesar da grande melhoria obtida com esse trabalho, pode-se perceber que, em função ainda de deficiências na qualidade de energia fornecida, continuavam, não na mesma escala, problemas de desligamentos indevidos dos variadores de

velocidade, levando muitas vezes a descontinuidade do processo produtivo e degradação na qualidade dos produtos.

Dessa forma, uma alternativa foi pensada, o aumento da capacidade de geração interna (própria) para liberar a empresa da dependência da concessionária, evitar descartes de carga quando o paralelismo fosse desfeito (isso acontece rotineiramente) e o aumento da capacidade da geração de vapor para o processo industrial.

## **5.5 A solução proposta**

Após as considerações apresentadas para justificar a manutenção do paralelismo da rede da concessionária com o sistema do autoprodutor (LUBNOR), que se mostra no aspecto de confiabilidade e economicidade mais atraente que a operação em ilha (os sistemas operando individualmente), e as melhorias já implementadas nos dispositivos eletroeletrônicos de acionamento (variadores de velocidade), está sendo proposta como solução do problema um sistema de co-geração de capacidade similar ao atual utilizado pela LUBNOR com uma configuração que permita, ao mesmo tempo, as vantagens do sistema interligado, como a exportação e comercialização da energia elétrica excedente, e a confiabilidade correspondente do novo sistema de co-geração sem as interferências dos distúrbios causados pela concessionária.

### **Características principais dos elementos da solução**

O novo sistema deverá ser constituído por uma turbina a gás de potência de 4,6 MW nas condições ISO e uma caldeira recuperadora de 11,5 t/h (tonelada por hora) de vapor saturado, com queima suplementar gerando mais 14 t/h de vapor saturado.

O novo sistema de co-geração de energia deverá ser de mesma capacidade da unidade de co-geração existente, de forma que sejam supridas com excedentes as demandas de energia elétrica da planta bem como as demandas de vapor consumido no processo industrial sem queima suplementar.

O sistema de geração de vapor deverá ser equipado com queima suplementar para atender a demanda de vapor essencial à continuidade operacional do processo industrial quando ocorrer a parada de uma das unidades de co-geração.

O excedente de energia elétrica deverá ser vendido a terceiros ou transportado, através das redes de transmissão da concessionária de energia elétrica do Estado do Ceará (COELCE), para outras instalações da PETROBRÁS.

O gás natural para operação normal será suprido pela linha que provem da UPGN (unidade de processamento de gás natural) com pressão de 35 Kgf/cm<sup>2</sup>, sendo reduzida para a pressão de operação da turbina em 14 Kgf/cm<sup>2</sup>, passando ainda pelo sistema de condicionamento de gás. Este sistema deverá ser ampliado de forma a atender a demanda de gás dos dois conjuntos de co-geração operando nas condições nominais, sem queima suplementar, somados à demanda de gás necessária à queima suplementar de uma das caldeiras recuperadoras. O dimensionamento da linha de gás existente deverá ser verificado para atender a condição anteriormente descrita e substituída caso necessário.

A configuração preferencial do sistema elétrico será operar um dos conjuntos em paralelo com a concessionária suprimindo as cargas elétricas menos prioritárias e exportando o excedente de energia, enquanto que o outro conjunto operará isolado da concessionária suprimindo as cargas elétricas prioritárias do processo industrial. Os barramentos prioritários em baixa e média tensão operarão em L (somente um alimentador fechado), com transferência automática e reaceleração de cargas. O paralelismo entre as fontes será utilizado quando se fizer alterações na configuração do sistema sem que haja interrupções no suprimento elétrico e para a partida dos maiores motores elétricos – os compressores da UPGN.

A nova topologia proposta do sistema elétrico está apresentada na figura 16.

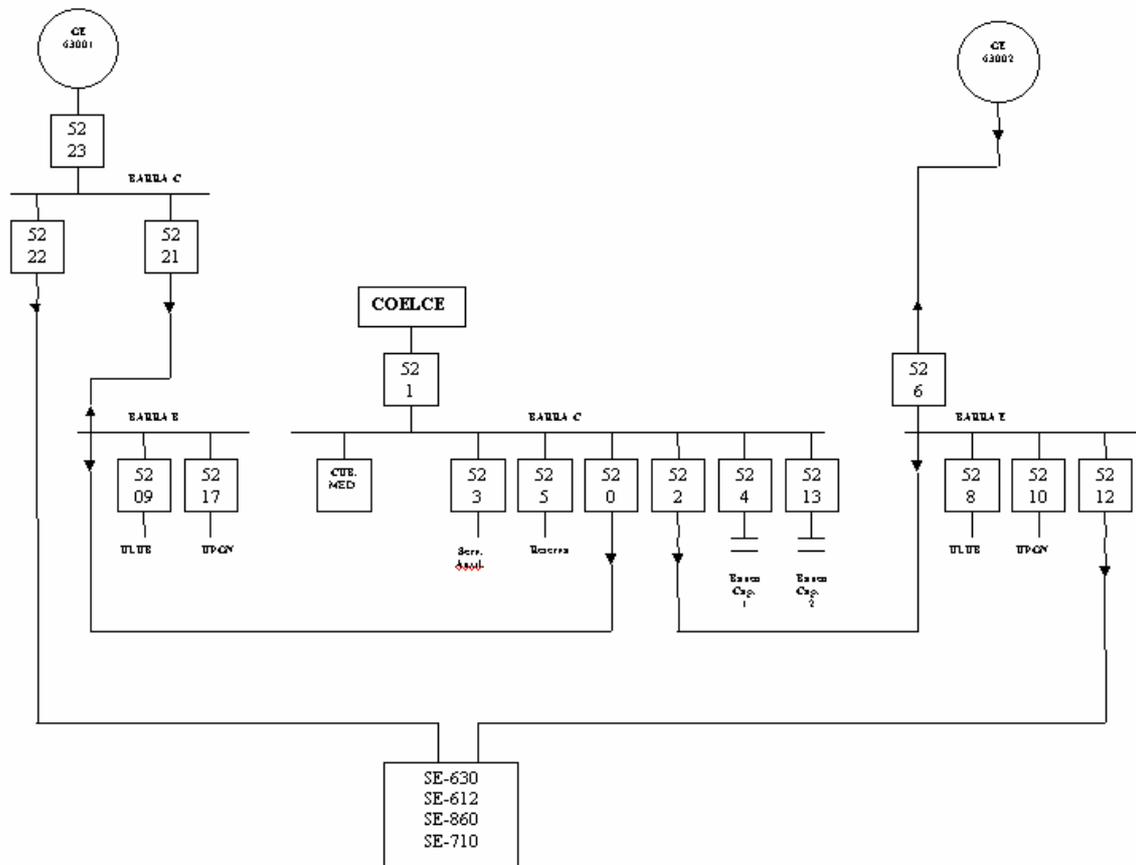


Figura 16: Topologia do sistema elétrico proposta para a LUBNOR

### Qualidade da energia esperada

Com a proposta apresentada espera-se que, definitivamente, se alcance níveis de confiabilidade e disponibilidade para o sistema elétrico que atendam as necessidades do processo produtivo e os níveis de serviço planejados no atendimento aos clientes.

Com a opção de operação isolada de um dos conjuntos de co-geração, suprimindo as cargas essenciais, os distúrbios da energia elétrica da rede elétrica da concessionária serão sentidos somente pelas cargas não essenciais conectadas ao outro conjunto de co-geração que será mantido em paralelo com a concessionária.

Como este segundo conjunto estará exportando excedente de energia para o sistema da concessionária, a abertura do paralelo não implicará no descarte de cargas. Além disto, a operação de um conjunto de co-geração em paralelo com a concessionária preservará a otimização econômica do sistema termelétrico.

A taxa de falha do sistema formado pela segregação das cargas essenciais e um dos conjuntos de co-geração se limitará à taxa de falhas deste sistema, não sendo afetado por ocorrências de instabilidade do paralelismo, que poderiam provocar falta simultânea das duas fontes de energia. A disponibilidade de suprimento de energia elétrica para as cargas essenciais será preservada pelo esquema de transferência automática e reaceleração de cargas.

## **6 ANÁLISE E AVALIAÇÃO**

Este estudo tem por finalidade a avaliação técnico econômica para instalação de um novo sistema de co-geração de energia a ser implantado na LUBNOR.

Os principais motivadores do negócio são: o potencial de emprego da logística nas áreas de estratégia empresarial e seu papel como uma vantagem competitiva das organizações para se diferenciar de seus concorrentes.

Através do estudo da cadeia de suprimento da LUBNOR e suas principais deficiências foi possível apresentar algumas propostas de melhoria na cadeia e no processo: suprir o aumento previsto de consumo de energia elétrica da unidade industrial; aumentar a confiabilidade no suprimento de energia; substituir a caldeira geradora de vapor existente em final de vida útil por um sistema energeticamente mais eficiente; e vender os excedentes de energia elétrica.

O projeto em questão considera a instalação de um sistema de co-geração de energia elétrica utilizando turbina a gás, sendo o gás natural o combustível a ser utilizado.

## 6.1 Descrição do sistema atual

O atual sistema termelétrico da LUBNOR é constituído por uma co-geração com turbina a gás equipada com caldeira recuperadora para produção de energia elétrica e vapor, além de uma caldeira convencional. A atual capacidade instalada é mostrada no quadro 5.

**Quadro 5: Capacidade instalada atual**

Co-geração	
Energia Elétrica ( MW )	3,35
Vapor (t/h)	
Com queima suplementar	15,0
Sem queima suplementar	10,0
Caldeira convencional	
Vapor ( t / h )	10

O consumo atual de vapor da planta industrial da LUBNOR é em média pouco mais de 19 t/h, atingindo picos de consumo de até 25 t/h. De energia elétrica consome em média 3,80 MW, sendo gerados internamente 3,30 MW e comprados 0,50 MW da COELCE. A partir do início de operação da termelétrica do Pecém, será necessária a operação de mais um compressor de carga na UPGN, aumentando-se a compra de energia elétrica em mais 1,0 MW. O acréscimo de consumo de vapor da planta industrial da LUBNOR é estimado em 2 t/h considerando-se a reforma da UVAC (unidade de destilação a vácuo) e a necessidade de vapor para especificação de cimento asfáltico.

Nas ocasiões de parada da turbina, a refinaria fica totalmente dependente da importação de energia da concessionária, além de ter sua produção limitada devido à produção de vapor, uma vez que a caldeira convencional não atende à demanda necessária.

## **6.2 Objetivos da instalação do novo sistema**

A nova co-geração, cuja potência elétrica é estimada de 4,1 MW, atenderá totalmente a demanda de energia elétrica da LUBNOR, e deverá exportar o excedente para a rede, cuja venda irá gerar receitas para amortizar parte do investimento. Com a crise no suprimento de energia elétrica na região Nordeste é esperada uma elevação nos preços de venda e na procura por fontes de geração alternativas de suprimento.

Toda a demanda de vapor será atendida sem queima suplementar em situação normal de operação, considerando-se que a caldeira recuperadora produzirá mais de 11,5 t/h. Por ocasião da parada da nova turbina, a produção extra de vapor de cerca de 5 t/h, através de queima suplementar na caldeira recuperadora existente, atenderá a necessidade essencial da planta, estimada em 15 t/h. Já na situação de parada da co-geração existente, a produção de vapor poderá atingir até 24,5 t/h com queima suplementar, sem prejuízos para o processo.

A caldeira convencional existente está no final de sua vida útil e a alternativa de investimento equivalente à proposta é a de substituí-la. Dessa forma, para atender a demanda de vapor essencial, seria necessária a aquisição de uma caldeira convencional com produção mínima de 15 t/h.

A instalação da nova co-geração trará também ganhos econômicos pelo aumento da confiabilidade do sistema elétrico da refinaria ao permitir a operação dos geradores exportando energia elétrica. Nesta situação a falha de fornecimento ou distúrbio na rede elétrica da concessionária não provocarão descartes de cargas elétricas como é feito atualmente. A flexibilidade do sistema permitirá também a operação de um dos geradores suprindo cargas mais críticas fora do paralelo, para se evitar paradas na produção para reparo e perdas no processo.

## **6.3 Considerações referentes às alternativas tecnológicas avaliadas**

Dentre as tecnologias mais empregadas atualmente em sistemas de co-geração industrial estão os motores alternativos e as turbinas a gás.

A tecnologia escolhida para o projeto em questão foi a geração elétrica com turbina a gás de mesmas características da existente pelos seguintes motivos:

- Frequência de paradas programadas é menor que a opção de motor a gás;
- Economia nos custos com manutenção e peças de reposição devido à similaridade dos conjuntos;
- Economia nos custos com treinamento do pessoal de operação e manutenção;
- Menor tempo para configuração do sistema de controle do turbo-gerador devido às similaridades existentes;
- Economia no projeto de engenharia e na sua implantação devido às similaridades existentes;
- Apesar de, em ciclo aberto, o motor apresentar maior eficiência elétrica (41%) que a turbina (30%), em condições normais a demanda de vapor não seria atendida com a utilização do motor a gás de 5MW. A pequena produção de vapor a partir da co-geração com motor, é inadequada à complementação da caldeira convencional, por ocasião da parada da turbina;
- Flexibilidade operacional no sistema de vapor pela possibilidade de retirada de operação da co-geração existente sem impacto na operação das unidades, pela utilização da queima suplementar na caldeira recuperadora.

#### **6.4 Descrição do sistema proposto**

O sistema deverá ser constituído por uma turbina a gás de potência de 4,60 MW nas condições ISO e uma caldeira recuperadora de 11,5 t/h de vapor saturado, com queima suplementar gerando mais 14 t/h de vapor saturado.

## 6.5 Esquema da co-geração com turbina a gás

O esquema sugerido para o novo conjunto de co-geração com turbina a gás para a LUBNOR é o apresentado na figura 17.

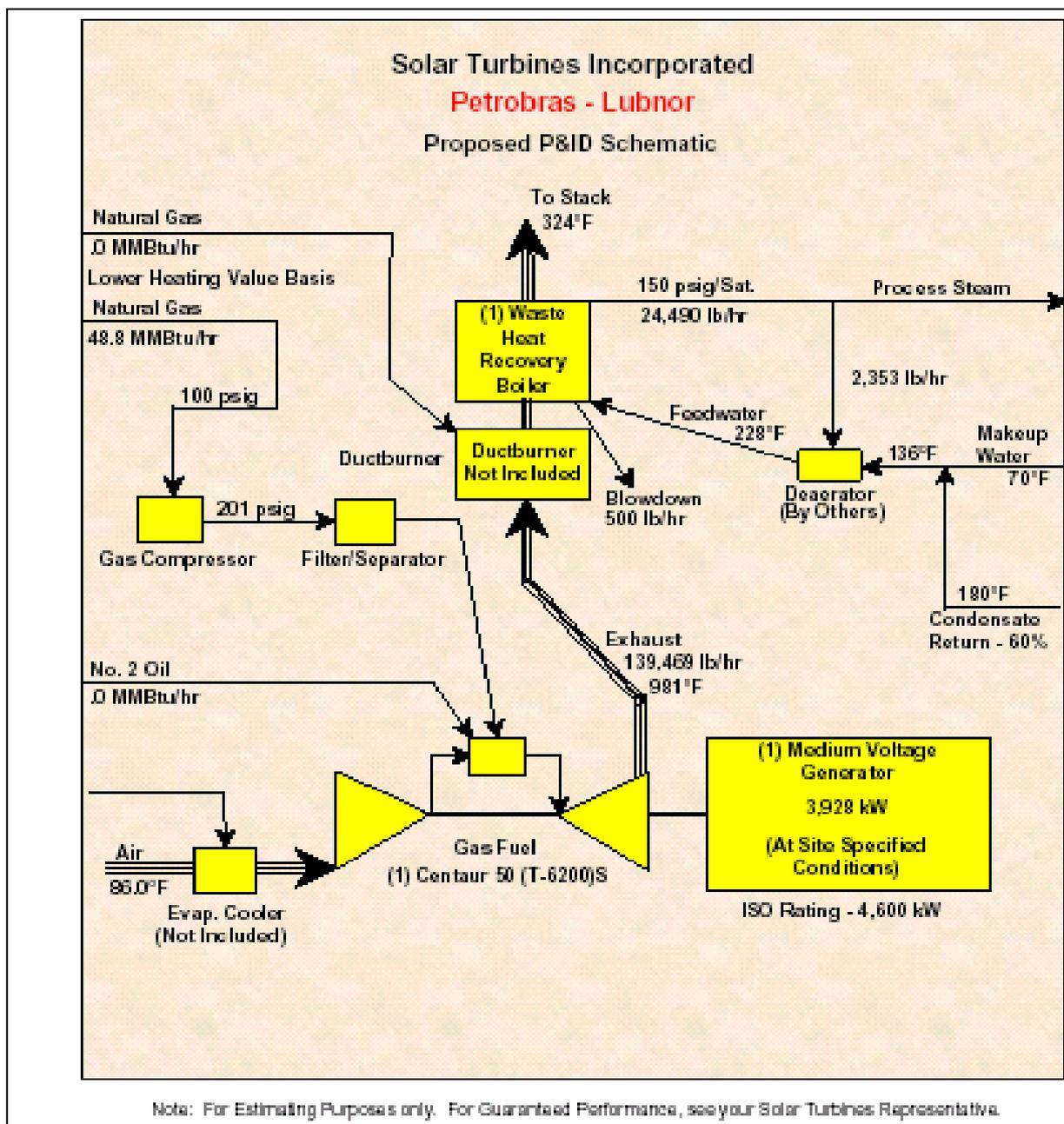


Figura 17: Diagrama do sistema de co-geração proposto  
Fonte: Solar Turbines, 2002.

## 6.6 Características gerais do projeto

Os quadros a seguir mostram as características gerais do projeto:

O estudo em questão não analisou dentre outros aspectos, a melhor localização para a instalação do projeto, entretanto, a opção que melhor se configura é instalar o novo sistema próximo ao existente. Com isso, será possível, se criar uma topologia mais adequada para a distribuição de energia elétrica e vapor. O gás deverá ser suprido pelos campos de produção do Nordeste. O novo projeto prevê a instalação de um gerador elétrico e uma turbina a gás, conforme pode ser visualizado no quadro 6.

**Quadro 6: Características do projeto**

Área do terreno	A DEFINIR
Tipo	TURBINA A GÁS
Procedência do combustível	CAMPOS DE PRODUÇÃO NORDESTE
Quantidade de Turbinas	1
Quantidade de geradores elétricos	1
Potência instalada	4,6 MW

O novo gerador deve possuir características similares ao gerador existente, com a mesma frequência e tensão de saída. Tais valores, também se compatibilizam com os valores do sistema de distribuição da LUBNOR. Ver quadro 7.

**Quadro 7: Características da geração de energia elétrica**

Tensão de geração (KV)	13,8
Frequência de geração (Hz)	60
Potência gerada (MW)	4,1

O sistema de geração de vapor também deve possuir as mesmas características do sistema existente para permitir sua interligação e a otimização da sua distribuição e utilização. Ver quadro 8.

**Quadro 8: Características da geração de vapor**

Pressão ( <i>psig dry saturada</i> )	150
Temperatura (°C)	187
Vazão sem queima suplementar (t / h)	11,5
Vazão com queima suplementar (t / h)	25,3

## 6.7 Premissas

Como pressupostos ao desenvolvimento do projeto admitiu-se que:

- O sistema será concebido de forma que os 4,6 MW instalados deverão operar como *backup* da atual capacidade existente, porém, na maior parte do tempo, o sistema deverá estar exportando energia para a rede, de forma que a receita obtida com a venda de energia deverá amortizar parte do investimento;
- O combustível a ser utilizado será o gás natural em função deste apresentar uma vantagem clara sobre outros combustíveis no que se refere ao atendimento à legislação ambiental;
- A configuração do sistema elétrico da refinaria deverá ter flexibilidade para permitir a operação das cargas críticas fora de paralelo com a concessionária, o que eliminará a vulnerabilidade frente às oscilações da rede;
- O sistema deverá ser equipado com queima suplementar para atender a demanda de vapor essencial à continuidade operacional do processo industrial quando ocorrer a parada da unidade de co-geração existente.

## **6.8 Estudo de viabilidade técnico econômica**

Na análise econômica foram considerados os seguintes valores e aspectos:

### **Gás Natural**

Foi considerado no estudo como despesa o custo de oportunidade da venda do gás natural consumido pela nova co-geração. O preço básico do gás natural no mercado de Fortaleza está fixado em 0,1857 R\$/Nm<sup>3</sup>, com vigência a partir de 01/07/02, e corresponde a um preço de US\$ 1,74 / MMBTU.

A região Nordeste é suprida por uma extensa rede de gasodutos que abastece toda a região. Foi considerado que o suprimento de gás está garantido à LUBNOR durante todo o período planejado para o empreendimento e que este preço não se alterará de forma significativa.

### **Custo evitado pelo aumento da confiabilidade do sistema elétrico**

Conforme Relatório de Qualidade de Energia da COELCE referente a levantamento feito nos meses de novembro de 1999 a março de 2000, a taxa de potenciais desligamentos por afundamento de tensão no ponto de conexão do sistema elétrico da LUBNOR com a rede da concessionária, é de 3,8 ocorrências por mês. Espera-se diminuir esta taxa para 1,5 ocorrências por mês. Este valor foi combinado com dados de perdas de produção, conforme relatório com dados do Sistema NS-34 obtido com o AB-RE/ES/CN (área de confiabilidade da PETROBRAS). As perdas devido à energia elétrica deverão ser reduzidas trazendo ganhos estimados em US\$ 22,5 mil por ano.

Os desligamentos do sistema elétrico provocam também aumento da taxa de falhas do permutador P3 da Unidade de Geração de Hidrogênio, devido ao choque térmico provocado pela parada da bomba de circulação de água de refrigeração. Com a redução de 1,33 falhas por ano, conforme apurado nos últimos quatro anos, para um valor esperado de 0,33 falhas por ano é esperado um ganho de US\$ 49,58 mil por ano, visto que cada parada para reparo leva em média 5 dias, com perdas de 170 m<sup>3</sup>/dia de produção ao custo do produto de US\$ 175 por m<sup>3</sup>.

### **Custo evitado para geração de vapor**

Foram considerados como receitas não tributáveis os custos evitados na geração de vapor na caldeira convencional, utilizando o preço do gás natural no mercado de Fortaleza.

### **Custo evitado de investimento para substituição da caldeira convencional**

Foram considerados como receitas não tributáveis os custos evitados de investimentos para substituir a caldeira convencional que seriam desembolsados no primeiro ano do empreendimento.

### **Investimento**

Foi consultado a SOLAR TURBINES e obtido orçamento preliminar para o conjunto turbogerador e caldeira recuperadora, itens de maior valor no investimento. Os impostos para importação destes itens foram estimados em 30% para o caso básico. Este valor está baseado em estudos sobre a incidência de impostos sobre os equipamentos importados destinados a usinas termelétricas.

### **Energia Elétrica**

Para a energia elétrica comprada foram considerados, para o caso básico, os valores das tarifas de demanda e energia da COELCE em 69 KV, convertidas pelo valor do dólar do dia da publicação da Resolução ANEEL autorizando reajuste, correspondendo a US\$ 43 por MWh. A compra média da concessionária foi estimada em 1,3 MW.

Para a energia elétrica exportada foi considerada a disponibilidade de uma potência média de 2,6 MW. Para o valor de venda no caso básico foi adotado o Valor Normativo representativo de fonte competitiva de R\$ 72,35 conforme Resolução ANEEL 248 de 06/05/02, correspondendo a US\$ 31 por MWh.

Para a energia elétrica exportada foram adotados diversos valores de venda de forma a se determinar aquela que viabiliza o negócio.

Desta forma foram calculados os indicadores VPL e TIR para valores de US\$ 20 a US\$ 45 por MWh.

Os resultados da análise econômica são apresentados na tabela 2.

**Tabela 2: Análise econômica**

Investimento (mil US\$)	Preço Venda EE (US\$ / MWh)	VPL (mil US\$)	TIR (%)	Pay-Back (anos)
4042,45	20	-407	9,75	8,5
	25	26	12,14	7,7
	30	505	14,63	6,5
	35	961	16,89	5,9
	40	1417	19,06	5,5
	45	1873	21,18	5,3

Considerando o projeto com aporte de capital próprio de 100%, o preço mínimo de venda de energia elétrica que permite uma taxa de retorno 12% é US\$ 24,5 / MWh.

## 6.9 Análise de sensibilidade

O estudo também apresenta uma análise de sensibilidade ao preço de venda da energia elétrica, pois, apesar de um valor esperado, a regulação do setor elétrico ainda apresenta insegurança aos investidores. Foram analisados valores de venda para a energia elétrica variando de US\$ 20 a US\$ 45 por MWh, conforme pode ser visualizado na figura 18 e na tabela 3, onde estão descritos os valores utilizados.

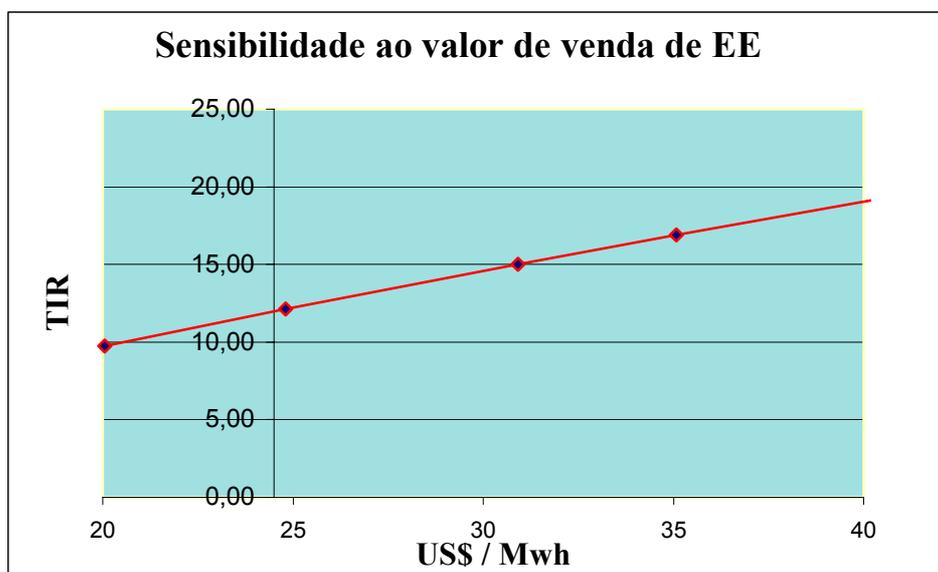


Figura 18: Sensibilidade ao preço de venda da EE

**Tabela 3: Sensibilidade à venda de EE**

<b>Investimento (mil US\$)</b>	<b>Preço Venda EE (US\$ / MWh)</b>	<b>VPL (mil US\$)</b>	<b>TIR (%)</b>
	20	-407	9,75
	25	26	12,14
4042,45	30	505	14,63
	35	961	16,89
	40	1417	19,06
	45	1873	21,18

Diversos estudos mostram que existe uma tendência de aumento de tarifas médias de geração, o que pode melhorar o estudo econômico. Dentre eles, a tabela 4 apresenta projeções conforme o Relatório de Progresso No 2 do Comitê de Revitalização do Setor Elétrico.

**Tabela 4: Projeções para aumento de tarifas de geração**

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Média
<b>R\$/MWh</b>	51	59	79	79	77	78	
<b>US\$/MWh</b>	22	25	34	34	33	33	
<b>Variação</b>		116%	155%	155%	151%	153%	<b>146%</b>

Fonte: Relatório de Progresso No 2 do Comitê de Revitalização do Setor Elétrico (2002).

Como em todo projeto ainda em fase de EVTE existe uma margem de erro considerável nas estimativas de custos, principalmente no que diz respeito ao investimento, o estudo econômico também apresenta uma análise de sensibilidade a esse valor. A análise em questão levou em consideração variações no investimento de mais ou menos 15% do valor base de US\$ 4042,5 previsto.

A figura 19 e a tabela 5 mostram esses valores, e as respectivas variações do VPL e da TIR.

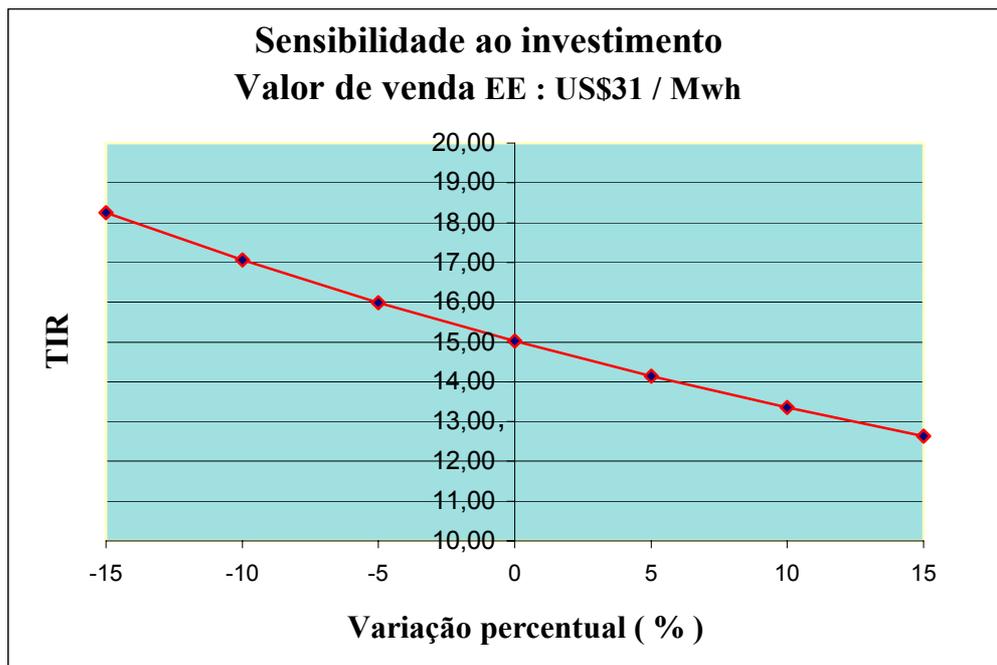


Figura 19: Sensibilidade ao investimento

**Tabela 5: Sensibilidade ao investimento**

Varição (%)	Investimento (mil US\$)	TIR (%)	VPL (mil US\$)
-15	3436,1	18,26	1027
-10	3638,2	17,06	879
-5	3840,3	15,98	731
0	4042,5	15,02	583
5	4244,6	14,15	435
10	4446,7	13,35	286
15	4648,8	12,63	138

Com o valor de venda de energia de US\$ 31 por MWh, um acréscimo de 20% no investimento seria necessário para atingir TIR mínima de 12%.

Também foi estudada a sensibilidade do projeto quanto aos preços de compra da energia elétrica variando de US\$ 15 a US\$ 62 por MWh, conforme pode ser visualizado na figura 20 e na tabela 6, onde estão descritos os valores utilizados.

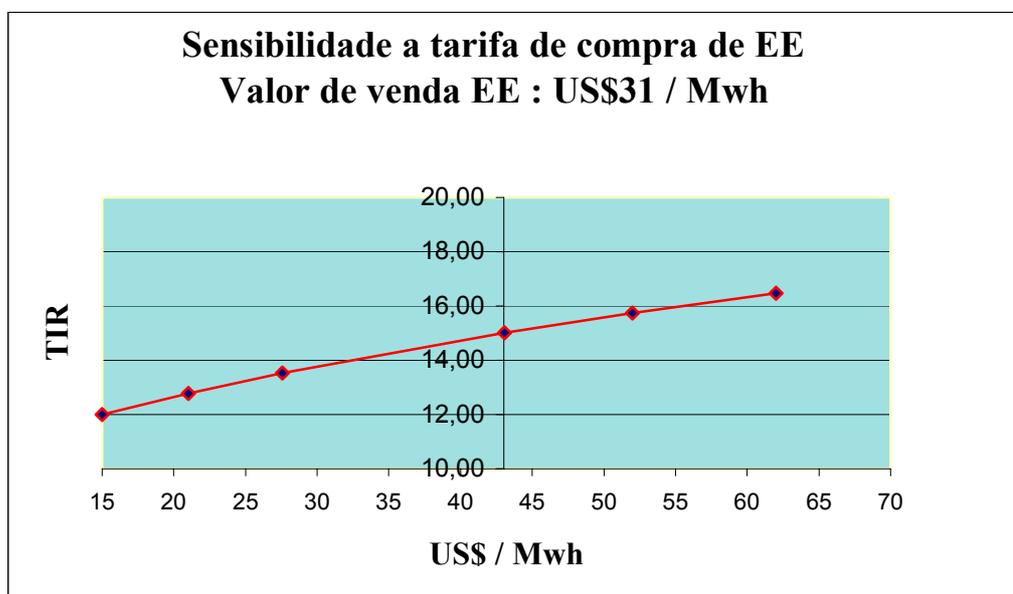


Figura 20: Sensibilidade ao preço de compra de EE

**Tabela 6: Sensibilidade à compra de EE**

Investimento (mil US\$)	Tarifa Venda EE (US\$ / MWh)	VPL (mil US\$)	TIR (%)
	15	-2	11,99
	21	145	12,77
4042,45	28	291	13,53
	43	583	15,02
	52	729	15,75
	62	875	16,47

Segundo ainda as projeções de tarifas médias de fornecimento apresentadas no Relatório de Progresso No 2 do Comitê de Revitalização do Setor Elétrico, se verifica uma tendência de aumento conforme tabela 7.

**Tabela 7: Projeções para aumento de tarifas de fornecimento**

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Média
<b>R\$/MWh</b>	124	140	161	161	150	151	
<b>US\$/MWh</b>	53	60	69	69	64	65	
<b>Variação</b>		113%	130%	130%	121%	122%	<b>123%</b>

Fonte: Relatório de Progresso No 2 do Comitê de Revitalização do Setor Elétrico (2002).

Como os ganhos com confiabilidade estão utilizando uma base de eventos que levaram a perdas de produção e essas perdas podem ser diferentes no futuro, o estudo também analisou a sensibilidade do projeto quanto aos ganhos com confiabilidade. A variação utilizada no caso foi de - 60% a 15% nos ganhos do caso base. Os dados podem ser visualizados na figura 21 e na tabela 8.

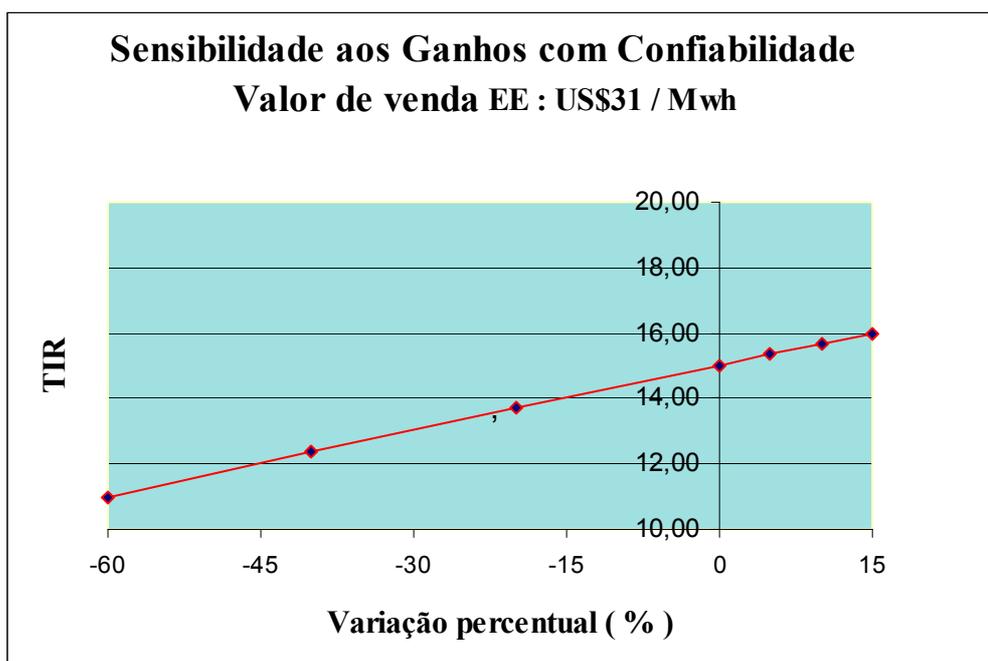


Figura 21: Sensibilidade aos ganhos com confiabilidade

**Tabela 8: Sensibilidade aos ganhos com confiabilidade**

<b>Variação (%)</b>	<b>Ganhos (mil US\$)</b>	<b>TIR (%)</b>	<b>VPL (mil US\$)</b>
-60	73	10,97	-190
-40	110	12,36	68
-20	147	13,71	325
0	183	15,02	583
5	192	15,34	647
10	202	15,66	711
15	211	15,98	776

## 6.10 Conclusões

O resultado do estudo de viabilidade técnico-econômica mostra que o preço mínimo de venda de energia elétrica que garante um valor presente líquido positivo e uma taxa de interna de retorno mínima de 12 % é de US\$ 24,5 por MWh.

A análise de sensibilidade ao investimento indica que, para um acréscimo de 20% no valor estimado, a tarifa mínima de venda de energia elétrica deverá ser de US\$ 31 por MWh.

A venda diretamente à COELCE pelo valor do VN (Valor Normativo) é o objetivo que trará maior ganho pelas possibilidades de intercâmbio de energia. Porém, caso as negociações não tenham sucesso ao preço desejado, as resoluções de livre acesso e de contratação de reserva de capacidade para autoprodutor poderão ser invocadas para exportar o excedente para outras unidades da PETROBRAS, ou para outros consumidores a um preço competitivo, com o tarifado tendo garantias de suprimento em situações de emergência.

## **7 CONCLUSÃO**

O governo vem incentivando a maior participação do gás natural na matriz energética do país. A legislação brasileira deixou por conta dos governos estaduais a regulamentação e concessão de serviços públicos de distribuição e, com isso, novas empresas de distribuição de gás estão se estruturando. A construção do gasoduto Brasil - Bolívia (GASBOL) trouxe a expansão da oferta de gás natural viabilizando novos negócios no setor, sendo um substituto vantajoso para as indústrias que utilizam principalmente óleo combustível, como também para o gás de nafta encanado para utilização residencial. É também um substituto para o gás associado vindo da Bacia de Campos.

Prioritariamente, o governo brasileiro vem incentivando a construção de usinas térmicas, a gás natural, no sentido de alterar a matriz energética em relação ao gás natural, passando dos irrelevantes 2% atuais para 12% até 2010. Até o momento estão previstas 49 termelétricas sendo 23 do chamado Programa Prioritário de Termelétricas (PPT). Com o déficit de energia previsto para os primeiros anos de 2000, o governo brasileiro está oferecendo incentivos adicionais para os projetos que entrarem em operação até 2002.

Com os estudos apresentados sobre o mercado de gás natural, o setor elétrico, suas tendências atuais e sobre o cenário empresarial que envolve a unidade de negócios da Petrobras, a LUBNOR; o estudo apresentado se mostra viável para sua implantação, sendo uma alternativa logística empresarial para aumentar a eficiência do complexo industrial dessa unidade, melhorando seu posicionamento estratégico no mercado de óleo e gás.

Com o estudo apresentado espera-se ter atendido a maior premissa deste trabalho que é produzir uma alternativa segura e viável de garantia do fluxo adequado à cadeia de suprimentos da LUBNOR com o aumento do nível de serviço e a conseqüente melhoria na rentabilidade desta empresa.

## **7.1 Considerações finais**

A tendência das empresas de petróleo e gás se tornarem empresas de energia, integrando as atividades de petróleo, gás e eletricidade, com redução contínua dos custos em geral e o aumento do retorno sobre os investimentos, continuará como uma onda da globalização. Adicionalmente, as pressões dos órgãos governamentais e das ONGs exigirão, por parte destas companhias, investimentos maciços na proteção ao meio-ambiente. Assim sendo, estas empresas de energia, para obterem sucesso, deverão ter como meta não só o retorno sobre os investimentos mas também a proteção ao meio-ambiente.

O estudo de viabilidade apresentado deve, portanto, considerar as premissas ambientais como prioritárias, lembrando da sensibilidade da região onde está inserida a LUBNOR conforme foi apresentado no capítulo 4.

Quanto às premissas econômicas, deve-se considerar que este estudo levou em consideração o momento atual no que diz respeito à regulamentação do setor elétrico e o comportamento cambial.

O valor normativo da ANEEL para a energia competitiva (durante este estudo) é de R\$ 72,35 (aproximadamente US\$ 31 por MWh) e poderá ser repassado às tarifas no reajuste anual da concessionária por ser proveniente de co-geração.

Desta forma, a comercialização da energia excedente com valores compatíveis aos praticados no mercado permitirá uma taxa de retorno que poderá variar desde um mínimo de 12% até valores mais elevados, dependendo da forma de comercialização.

É importante ressaltar que a instalação da nova co-geração na LUBNOR permitirá ainda aumento da confiabilidade do suprimento de energia elétrica, e que a venda da energia excedente será capaz de remunerar parte do investimento.

Outro aspecto que deve ser lembrado é a possibilidade de nova crise energética, com racionamento e aumento nos preços. Com este empreendimento, a LUBNOR não será afetada, pois terá excedentes de energia elétrica. É extremamente importante a implementação do projeto no prazo mais curto possível, de forma a aproveitar as melhores oportunidades de comercialização nos próximos anos.

Um exame mais detalhado dos impostos e tarifas incidentes sobre os equipamentos importados, bem como um planejamento tributário para aproveitamento de incentivos governamentais, poderá mostrar maior ganho, tornando o estudo de viabilidade técnico econômico mais consistente além do aqui apresentado.

É importante ressaltar que a análise econômica foi feita com valores em dólares. Portanto, qualquer desvalorização cambial em que não ocorra um correspondente reajuste das tarifas e preços em reais, poderá comprometer a viabilidade do negócio. Desta forma, é recomendável que seja adotado mecanismo de proteção cambial para os desembolsos na aquisição dos equipamentos importados.

Recomenda-se como oportunidade de negócio a co-geração (autoprodução), com possibilidade de gerenciamento de carga para negociação de energia, no horário de ponta, com a concessionária ou outro consumidor, aproveitando os preços altos previstos da energia para os próximos quatro anos. É necessária também a criação de um ambiente de parceria com as distribuidoras.

## **7.2 Recomendações para futuros trabalhos**

É importante considerar, com a precisão adequada, que a variação cambial da moeda brasileira é uma ameaça à saúde financeira de empreendimentos em termelétricas a gás, devido ao descasamento dos reajustes pois, enquanto o preço do gás natural está atrelado ao dólar, com reajustes trimestrais, as tarifas de venda de energia elétrica estão fixadas em reais, com reajustes anuais

Os empresários do lado do consumo reclamam do preço do gás e ameaçam pela não utilização do mesmo em suas indústrias, – por outro lado, os investidores

querem uma garantia de repasse pelas distribuidoras de gás e energia para os consumidores a fim de ver o retorno sobre seus investimentos garantido.

Enquanto o governo não resolver uma forma de atenuação do risco cambial, este continuará sendo uma ameaça para o desenvolvimento do setor de gás.

Além disso, se faz necessário estudar os vários modelos de negócios e de gestão que melhor aproveitem o potencial estratégico da proposta de solução apresentada. Pode ser criada uma empresa de propósito específica através de parceiros da região, ou a própria PETROBRAS ser a detentora de todo o investimento. Em qualquer dos modelos adotados deve-se estudar a melhor forma de contratação de serviços com a concessionária local.

Também é de extrema importância para a melhoria do estudo de viabilidade técnico econômico, que se analise a possibilidade de uma alavancagem financeira através de dinheiro de bancos internacionais, ou a possibilidade de financiamento do próprio governo do Estado do Ceará.

Recomenda-se, ainda, estudar a logística de distribuição da energia elétrica excedente, buscando racionalizar as alternativas do uso do sistema elétrico da empresa de distribuição e de transmissão.

## REFERÊNCIAS

ALVARENGA, Antonio C.; NOVAES, Antonio G. **Logística aplicada: suprimento e distribuição física**. São Paulo: Editora Edgard Blücher LTDA, 2000.

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL. Site do Ministério de Minas e Energia. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/sem/ben/html>>. Acesso em 22 de novembro de 2001.

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial**. Porto Alegre,: Bookman, 2001.

BALLOU, Ronald H. **Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física**. São Paulo: Atlas, 1993.

BOWERSOX, Donald J.; CLOSS, David J. **Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento**. São Paulo: Atlas, 2001.

BOWERSOX, Donald J.; CLOSS, David J. **Logistical management: the integrated supply chain process**. International edition: McGraw-Hill, 1996.

BOWERSOX, Donald J...[et al]. **Leading edge logistics: competitive positioning for the 1990's**. Michigan: Michigan State University – CLM, 1989.

BRONZEADO, H. S....[et al]. **Uma proposta de nomenclatura nacional de termos e definições**. – Seminário Brasileiro de Qualidade da Energia Elétrica Brasília: CHESF, 1997.

BUARQUE, Cristovam. **Avaliação econômica de projetos: uma apresentação didática**. Rio de Janeiro: Campus, 1984.

BURR, John. **SPC Tools for operations**. Milwaukee,WI: Quality Press, 1989.

BULLETIN BOARD, **North American Electric Reliability Council – NERC**

Disponível em: <<http://www.nerc.com>> Acesso em 20 de maio de 2002.

CALEGARE, Álvaro José de Almeida. **Técnicas de garantia da qualidade**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1985.

CAMPOS, Vicente Falconi. **Gerência da qualidade total: estratégia para aumentar a competitividade da empresa brasileira**. Rio de Janeiro: Bloch Ed., 1990.

CHRISTOPHER, Martin. **O marketing da logística**. São Paulo: Futura, 1999.

CHRISTOPHER, Martin. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégias para a redução de custos e melhoria dos serviços**. São Paulo: Pioneira, 1997.

CLEMENTE, Ademir. **Projetos empresariais e públicos**. São Paulo: Atlas, 1998.

COHEN, Dennis J.; GRAHAM, Robert J. **Gestão de projetos MBA executivo**. Rio de Janeiro: Campus, 2002.

DORNIER, Philippe-Pierre...[et al]. **Logística e operações globais: texto e casos**. São Paulo: Atlas, 2000.

FLEURY, Paulo F.; WANKE, Peter.; FIGUEIREDO, Kleber F. **Logística empresarial: a perspectiva brasileira**. São Paulo: Atlas, 2000.

FORUM de CO-GERAÇÃO. Site do Instituto Nacional de Eficiência Energética

Disponível em: <[http://www.inee.org.br/forum\\_sobre.asp?Cat=forum](http://www.inee.org.br/forum_sobre.asp?Cat=forum)>. Acesso em 15 de outubro de 2001.

HAMMER, Michael. **Reengenharia: revolucionando a empresa em função dos clientes, da concorrência e das grandes mudanças da gerência**. Rio de Janeiro: Campus, 1994.

JURAN, J. M. **Managerial breakthrough: a new concept of the manager's job.** New York: McGraw-Hill Book Company, 1984.

JURAN, J. M. **Quality control handbook.** New York: McGraw-Hill Book Company, 1979.

KAPLAN, Robert S.; COOPER, Robin. **Custo e desempenho: administre seus custos para ser mais competitivo.** São Paulo: Futura, 1998.

KOBAYASHI, Shun'ichi. **Renovação da logística: como definir estratégias de distribuição física global.** São Paulo: Atlas, 2000.

LAFRAIA, João Ricardo Barusso. **Manual de confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

MARQUES, Fábio. **Guia prático da qualidade total em serviços: conquistando sucesso empresarial e realização pessoal.** 2ª ed - São Paulo: APMS BOOKS, 2000.

MERLI, Giorgio. **Comakership: a nova estratégia para os suprimentos.** Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 1998.

MIKOVICH, Lawrence J. O Brasil e a Califórnia no escuro. **Gazeta Mercantil,** Caderno de Energia, Rio de Janeiro, 25 de maio de 2001.

PORTER, Michael E. **Vantagem competitiva: criando e sustentando um desempenho superior.** Rio de Janeiro: Campus, 1989.

PORTER, Michael E. **Estratégia competitiva: Técnicas para análise de indústrias e da concorrência.** Rio de Janeiro: Campus, 1986.

RELATÓRIO ECONÔMICO ENERGÉTICO. Site do Standard and Poors.  
Disponível em: <<http://ww2.standardandpoors.com>>. Acesso em 29 de janeiro de 2002.

RELATÓRIO ECONÔMICO ENERGÉTICO. Site do BusinessWeek Corporated Scoreboard.

Disponível em: <<http://bwnt.businessweek.com>>. Acesso em 10 de fevereiro de 2002.

RELATÓRIO ECONÔMICO EMPRESAS DE ÓLEO E GÁS. Site do Lehman Brothers.

Disponível em: <<http://www.lehman.com/annual/archive/index.htm>> Acesso em 22 de junho de 2002.

ROSS, Stephen A.; WESTERFIELD, Randolph W.; JAFFE, Jeffrey F. **Administração financeira: corporate finance**. São Paulo: Atlas, 2002.

SAKURAI, Michiharu. **Gerenciamento integrado de custos**. São Paulo: Atlas, 1997.

SANTOS, Joel J. **Análise de custos: remodelando com ênfase para custo marginal, relatórios e estudos de casos**. São Paulo: Atlas, 2000.

SIMÕES, Alexandre A...[et al]. **Conservação de energia: Eficiência energética de instalações e equipamentos**. Minas Gerais: FUPAI, 2001.

VASCONCELLOS, Alexandre. VINCENT, Fábio. Paralelismo do sistema do autoprodutor com a rede da concessionária. **Eletricidade moderna**. São Paulo, ano XXVII, n. 301, p. 322, abril/1999.

VERZUH, Eric. **MBA compacto: gestão de projetos**. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

ZÜLZKE, Maria L. **Abrindo a empresa para o consumidor: a importância de um canal de atendimento**. 2ª ed. – Rio de Janeiro: Qualitymark ed., 1997.

## **APÊNDICE**

### **PLANILHAS DO EVTE**



## Custo do Investimento

### CUSTO DE INVESTIMENTO

#### 1. Pacote da turbina Centaur 50 PG com Caldeira Recuperadora

Oferta básica SolarTurbines		\$2.615.000,00
Refrigeração a água		\$27.000,00
Impostos	30,00%	\$792.600,00
Frete CIF Porto de Fortaleza		\$157.000,00
		Sub-total \$3.591.600,00

#### 2. Obras Civis Off-Site

Projeto	R\$ 20.000,00	\$8.547,01
Rede Elétrica		
215 vr Eletroduto 3"	R\$ 15.000,00	\$6.410,26
215 vr Eletroduto 4"	R\$ 40.000,00	\$17.094,02
88 m3 Envelope Concreto	R\$ 50.000,00	\$21.367,52
32 Caixas Passagem	R\$ 20.000,00	\$8.547,01
400 m3 Escavações	R\$ 10.000,00	\$4.273,50
300 m2 Recomposições	R\$ 10.000,00	\$4.273,50
Ampliação da CAFOR		
Serviços Preliminares	R\$ 20.000,00	\$8.547,01
80 m3 Fundações turbo gerador	R\$ 60.000,00	\$25.641,03
300m2 Galpão	R\$ 150.000,00	\$64.102,56
		Sub-total \$168.803,42

#### 3. Obras Elétricas Off-Site

4Km Cabo Elétrico 1c, 15KV, 95m2	R\$ 72.000,00	\$30.769,23
5,2Km Cabo E.Controle 4c, 1KV, 2,5m	R\$ 15.000,00	\$6.410,26
Painel 13.8KV, Projeto e Serviços	R\$ 480.000,00	\$205.128,21
		Sub-total \$242.307,69

#### 3.2 - Tubulações de interligações

Gás - 30 m DN 3"	R\$ 5.000,00	\$2.136,75
Água - 60 m DN 4"	R\$ 12.000,00	\$5.128,21
Vapor - 40 m DN 12"	R\$ 45.000,00	\$19.230,77
Projeto e Serviços Interlig.	R\$ 20.000,00	\$8.547,01
		Sub-total \$35.042,74

#### 3.3 - Integração com SDCD P/ Automação

R\$ 11.000,00	\$4.700,85
Obs: Somente materiais; serviços com mão de obra própria	Sub-total \$4.700,85

TOTAL GER/ \$4.042.454,70  
Análise Sensil 1,00

#### 4. Investimento evitado com opção equivalente

- A opção equivalente à turbina a gás com caldeira recuperadora com queima suplementar como proposto será a aquisição de uma caldeira convencional com capacidade de no mínimo 15 t/h, para um consumo estimado no processo de 22 t/h, de forma que a parada de um dos equipamentos (caldeira ou turbina) não afete a produção.

4.1 - Caldeira convencional de 15 t/h	\$400.000,00
4.2 - Obras civis	\$60.000,00
4.3 - Elétrica	\$30.000,00
3.2 - Tubulação	\$35.042,74
3.3 - Integração com SDCD P/ Automação	\$4.700,85
	TOTAL \$529.743,59

## Análise de Sensibilidade

Projeção de Tarifas Médias de Fornecimento, conforme Relatório de Progresso No 2 do Comitê de Revitalização do Setor Elétrico

	2001	2002	2003	2004	2005	2006 Média
R\$/MWh	124	140	161	161	150	151
US\$/MWh	53	60	69	69	64	65
		113%	130%	130%	121%	122%
						<b>123%</b>

Projeção de Tarifas médias de Geração, conforme Relatório de Progresso No 2 do Comitê de Revitalização do Setor Elétrico

	2001	2002	2003	2004	2005	2006 Média
R\$/MWh	51	59	79	79	77	78
US\$/MWh	22	25	34	34	33	33
		116%	155%	155%	151%	153%
						<b>146%</b>

31	15,02%	583
----	--------	-----

Preço Venda	TRI (%)	VPL	Pay back
20	9,75	-407	
25	12,14	26	
31	15,02	583	
35	16,89	961	
40	19,06	1417	
45	21,18	1873	

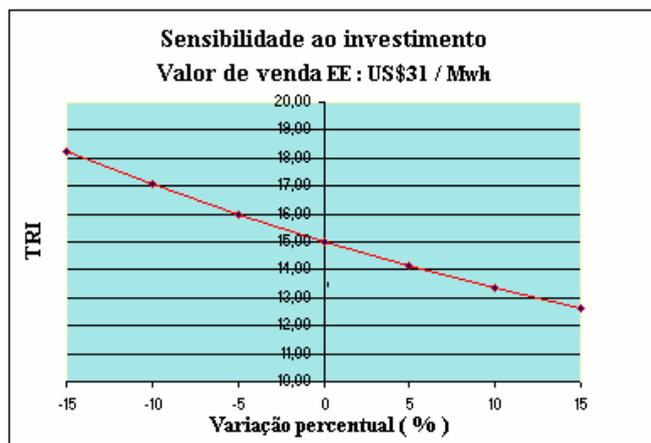
Preço de Compra

Preço de Compra	TRI (%)	VPL
15	11,99	-2
21	12,77	145
28	13,53	291
43	15,02	583
52	15,75	729
62	16,47	875

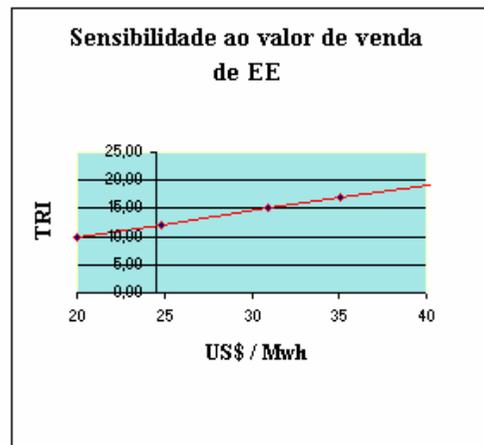
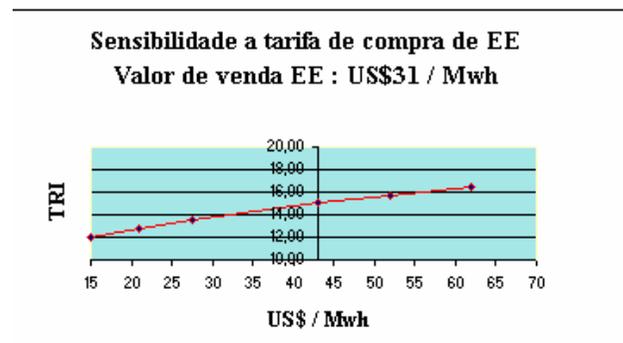
43	15,02%	583
----	--------	-----

Tarifa Compra EE (US\$ / Mwh)	TRI (%)	VPL	Pay back
35	#####	-3020	
39	0,19%	-2952	
43	0,59%	-2884	
47	0,98%	-2816	
52	1,36%	-2748	
57	1,73%	-2680	
62	2,10%	-2612	

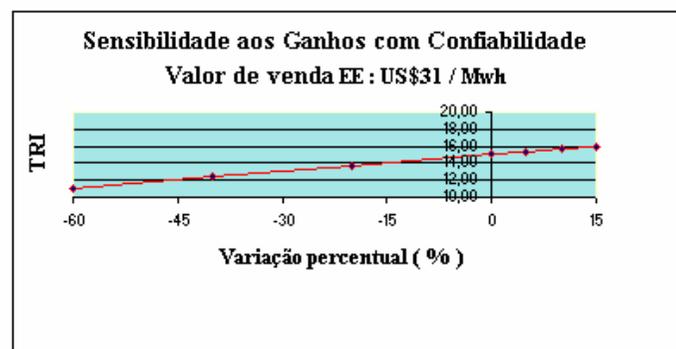
Investimento (1000 US\$)	TRI	VPL	Pay back
3436	-15	18,26	1027
3638	-10	17,06	879
3840	-5	15,98	731
4042	0	15,02	583
4245	5	14,15	435
4447	10	13,35	286
4649	15	12,63	138



## Análise de Sensibilidade (cont.)



Ganhos com Confiabilidade	TRI	VPL	
73	-60	10,97	-190
110	-40	12,36	68
147	-20	13,71	325
183	0	15,02	583
192	5	15,34	647
202	10	15,66	711
211	15	15,98	776



## Custo de Manutenção

### CUSTO DE MANUTENÇÃO

#### Custo LUBNOR (Referência) ( 1 máquina) ( R\$ / ano )

<b>Por ano</b>	R\$ 40.000,00
Materiais	R\$ 8.600,00
Mão de obra	R\$ 30.000,00

#### Custo LUBNOR PARA

<b>TURBINA A GÁS</b>	<b>( 1 turbina)</b>	<b>( 2 turbinas )</b>
<b>( US\$ / ano )</b>	17.094,02	20170,94

Obs: Considerado que não há necessidade de aumentar a equipe existente e os custos são relativos somente a materiais

Primeiro ano	5.042,74	
<b>Overhaul de 30.000h (3,4 anos)</b>	\$450.000,00	\$131.400,00 p/ano
Conforme proposta Solar		
<b>Anual</b>	10.085,47	
<b>A cada 3,4 Anos</b>	460.085,47	
<b>Anual c/ overhaul</b>	<b>141.485,47</b>	

## Custos Operacionais

### Custos Operacionais

#### CUSTO DE OPORTUNIDADE DO GÁS NATURAL EM FORTALEZA

Preço do gás com início de vigência	0,1857 R\$/Nm <sup>3</sup>
( US\$/MMBTU)	= 1,74
( US\$ / MMKcal)	= 6,90

1 BTU =	0,252 Kcal
1.000.000 =	252.000 Kcal

#### CUSTOS OPERACIONAIS

consumo de energia(MMKcal/MWh) 3,024

Heatrate 12000 Btu/kwh  
3,024 MMKcal/MWh

EElétrica Produzida 4,1 MW

Vapor Caldeira Recup. S/ queima s 15 t/h

Vapor Cald. Recup. C/ queima supl 15 + 10 t/h

Vapor Cald. Convencional 10 t/h

TOTAL Vapor Neces. ao Processo 22 t/h

### 1. NA TURBINA A GÁS

1.1 - Sem queima suplementar

Custo Operacional 734928 U\$/ano

4,1 MWH -----> 1h

X -----> 8760 h

35916 MWH / ano

$$35916 \frac{\text{MWH}}{\text{ano}} * 3,024 \frac{\text{MMkcal}}{\text{MWH}}$$

$$108.610 \frac{\text{MMKcal}}{\text{ano}} * 6,90 \frac{\text{US\$}}{\text{MMKcal}}$$

$$749.926 \frac{\text{US\$}}{\text{ano}} \quad \mathbf{734.927,56} \frac{\text{US\$}}{\text{ano}}$$

## Custos Operacionais (cont.)

1.2 - Queima suplementar

**Gás Suplementar da caldeira da turbina a gás**

<b>Relação gás / vapor</b>	44	$\frac{\text{Nm}^3/\text{h}}{\text{t/h vapor}}$
	0,0373	$\frac{\text{t/h gás}}{\text{t/h vapor}}$
<hr/>		
PCS = Kcal / m <sup>3</sup>	9.400	
PCS = Kcal / Kg	11899	
<b>Consumo gás</b>	443851,0611	$\frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$ p/ 1 t/h vapor
<b>Produção de vapor Caldeira Recup.</b>	0	$\frac{\text{t}}{\text{h}}$
<b>Consumo gás</b>	0,00	$\frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$ p/ 5 t/h vapor
<b>Consumo gás ( ano )</b>	0,00	$\frac{\text{Kcal}}{\text{ano}}$
<b>Preço gás</b>	6,90	US\$/Mmkcal
<b>Economia</b>	<b>0,00</b>	$\frac{\text{Us\$}}{\text{ano}}$

## Custos Operacionais (cont.)

### Queima de Gás evitada na caldeira convencional

Produção de vapor	10 t/h		
<b>Relação gás / vapor</b>	84,0	$\frac{\text{Nm}^3/\text{h}}{\text{t/h vapor}}$	
	0,0712	$\frac{\text{t/h gás}}{\text{t/h vapor}}$	
	846867,8245	$\frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$ p/ 1 t/h vapor	
<b>Consumo gás</b>	8.468.678,24	$\frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$ p/	10 t/h vapor
<b>Consumo gás ( ano )</b>	74.185.621.425,64	$\frac{\text{Kcal}}{\text{ano}}$	
<b>Economia</b>	<b>512.234,05</b>	$\frac{\text{Us\$}}{\text{ano}}$	
-----			
Conforme calculado por Otacilio,			
GN = 2,58 U\$/MMBTU	\$759.573,00	$\frac{\text{Us\$}}{\text{ano}}$	
GN = 1,74 U\$/MMBTU	\$512.270,16		

## Confiabilidade

### Confiabilidade - Cálculo de perdas evitadas

#### 1. PERDAS ECONÔMICAS POR OCORRÊNCIAS NA LUBNOR

Conforme Relatório obtido com o AB-RE/ES/CN com dados do NS-34

- Devido a Energia Elétrica

	US\$mil
Jan-Dez/2000	8,2
Jan-Nov/2001	106
Média	57,1

#### 2. Afundamento de tensão no Sistema da Coelce

Conforme Relatório de Qualidade de Energia da Coelce ref. Meses de nov/99 a març/00

Média mensal	11		
Potenciais desig.	35%	3,8 por mês	46 por ano

#### 3. Afundamentos de tensão esperado com a nova cogeração

Potenciais desig.	1,5	por mês	18 por ano
-------------------	-----	---------	------------

#### 4. Taxa de falhas do Permutado P3 da UGH entre Jul/99 a Jun/02

4 ocorrências em três anos	1,33	f/ano
Taxa de falha esperada	0,33	f/ano

#### 5. Perdas por paradas para reparo no Permutador P3 da UGH

Cinco dias de parada para troca, com perdas de 170 m3/dia de produção ao custo do produto de 175 U\$/m3  
198333 U\$/ano

#### 4. Perdas econômicas esperadas com nova cogeração

	E. Elétrica	Perm. P3
US\$mil	22,5	49,58

#### 5. Perdas evitadas

	E. Elétrica	Perm. P3
US\$mil	34,6	148,75

Análise de Sensibilidade 1

## Gás Natural – Cálculo do Volume

### Gás Natural - Cálculo do volume em função da massa

Massa de gás (t/h)	3,90677
T (°C)	0
PM	19
R ( cm <sup>3</sup> .atm/(gmol.k))	82,05
P ( atm )	1
<b>V (m3)</b>	<b>4608,33</b>

### Cálculo da massa em função do volume

Volume de gás (m <sup>3</sup> )	4945,76
T (°C)	20
PM	19
R ( cm <sup>3</sup> .atm/(gmol.k))	82,05
P ( atm )	1
<b>Massa (t/h)</b>	<b>3,90677</b>

Consumo de gás na turbina ( Kcal/Mwh)	3024000
Consumo de gás ( para 4,6 Mw)( Kcal/h )	60480000
Volume gás ( m3/h )	6434,04
<b>Eficiência elétrica</b>	<b>28,44%</b>

## Custo com Compra de Energia Elétrica

### CUSTO COM COMPRA DE ENERGIA ELÉTRICA

#### 1 - Contrato atual

			Com aumento de consumo e sem cogeração		
Demanda Contratada Fora Ponta –	3.350	KW	4.350	KW	
Demanda Contratada na Ponta –	500	KW	1.000	KW	
Consumo médio mensal –	496,8	MWh	948	MWh	1,3 Análise de Sens 1
DSR	3.350	KW	3.350	KW	

#### 2 - Tarifas de consumo a partir de 22/04/02 conf. Res. 218/2002 e de uso sist. Distrib.conf. 709/2001 da Coelce

			Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição	Tarifa de Emergência - AUTOPRODUTOR
Demanda Ponta	18,25		COELCE	53,03 R\$/KW/ano
Demanda F.Ponta	4,98		- Consumidor em 69 KV	4,42 R\$/KW/mês
Consumo Ponta Seca	86,57	Média	Ponta	11,19 R\$/KW
Consumo Ponta Umida	76,74	58,63	Fora Ponta	3,11 R\$/KW
Cons. F.Ponta Seca	69,61		- Gerador	3,11 R\$/KW
Cons. F.Ponta Umida	51,48			319,55 R\$/MWh

#### 2.1 - Valor Normativo conforme Resolução ANEEL 248 de 06/05/02

72,35

#### 3 - Custos mensal estimados pelo contrato atual

##### 3.1 - Situação normal

			Com aumento de consumo e sem cogeração		
Demanda Ponta	9125,00		18250,00		
Demanda Fora Ponta	16683,00	25808,00	21663,00	39913,00	Estimativa LUBNOR
Consumo	29126,84		55580,20		conforme DIP LUBNOR/PC
	R\$ 54.934,84		R\$ 95.493,20		de 27/05/02
TOTAL ANUAL	R\$ 659.218,07		R\$ 1.145.918,40	Diferença anual	R\$ 486.700,33
Custo Unitário	\$47,26	R\$ 110,58	\$43,05	R\$ 100,73 /MWh	R\$ 321.593,00
			Análise de Sensibilidad		1

##### 3.2 - Custo adicional em paradas da geração interna por um mês a cada 3,4 ano

Consumo em parada da geração	2412	MWh		
Custo Adicional	R\$ 112.286,07		R\$ 112.286,07	\$47.985,50

Taxa de Cambio 2,34 R\$/US\$ na data do reajuste das tarifas de energia elétrica

Consumo a cada 3,4 anos 7876,8 MWh

## Custo com Compra de Energia Elétrica (cont.)

### 4 - Receitas e Custos para exportar excedentes

#### 4.1 - Custo para Contratação de uso do sistema de distribuição

Potência Contratada	2,5 MW	Total Mensal	R\$ 7.775,00
Fator de carga	0,95	Potência média exportada	2,64 MW
Percentual para compensar perdas	6%	Energia Média Mensal Vendida	1787,4288 MWh/mês

#### 4.2 - Contrato de Reserva de Capacidade pela Res. 371

		OU	Demanda Ponta	3350 KW
Reserva de Capac.	3350		Demanda Fora Ponta	0 KW
Fator de Uso	0,55			
Custo pela Demanda	8111,89		Custo pela Demanda	R\$ 37.486,50
Total anual	R\$ 97.342,74	\$41.599,46	Total anual	R\$ 449.838,00 \$192.238,46

#### 4.3 - Receitas pela venda de energia

Preço de venda	72,35 R\$/MWh	30,92 US\$/MWh
Análise de Sensibilidade	1,234	
Receita menos custo médio mensal	R\$ 113.430,12	\$48.474,41
Numero médio de meses exportando		11,3
Receita média anual	R\$ 1.276.088,87	\$645.337,12

## **ANEXO**

### **QUADROS DE AFUNDAMENTOS DE TENSÃO**

### Quadro 1: Afundamentos de tensão e freqüência – Novembro/1999

<i>Quadro de Afundamentos da tensão e Sub-sobrefreqüências</i>				
<b>Dia / hora</b>	<b>Tensão (%)</b>	<b>Duração (s)</b>	<b>Intervalo de freqüência (mín e máx)</b>	<b>Ocorrências no Sistema</b>
<b>Novembro de 1999</b>				
01.11 / 05:07	77	0,100	---	Cabos de MT rompido ba fase A, provocado por ponto quente na mufla da fase B, no AL 01L6.
03.11 / 15:30	80	0,067	---	Tentativa de reenergização do AL01M4, sem sucesso , devido ter danificado o conector da bucha de um CD interno a CIA DOCAS.
06.11 / 05:52	48	0,167	---	Abalroamento na estrutura 82 da LT 02J4 FTZ/DMG . Atuou as proteções 50 BC e 21 BC.
08.11 / 08:25	79	0,602	---	Ocorrência não identificada.
08.11 / 18:45	89	0,034	59.85 / 59.94	Ocorrência não identificada.
10.11 / 14:35	63	11,00	59.82 / 60.47	Atuou o esquema de sobrecarga do compensador estático de FTZ, causa não identificada.
12.11 / 07:49	83	0,100	59.24 / 60.29	Atuou o religador 21L6 SE ADT , causa climática .
16.11 / 15:13	83	0,200	59.82 / 60.07	Provocado por pára-raio danificado, fase B, do banco 01H2 e rompimento do jump, fase C, que interliga o barramento 01B1 ao condutor transversal dos bays do 21C3 e 51 H2. O trafo 02T2 ficou isolado e a disposição da TME.
16.11 / 19:31	84	0,034	59.83 / 60.69	Abertura automática do disjuntor 12N5 de 69 kV, causa não identificada.
19.11 / 08:59	88	0,100	59.83 / 60.07	Máquina de construtora que está em obras do METROFOR, tocou no condutor de MT da fase C do AL 01F6.
27.11 / 00:15	88	2,000	59.87 / 60.18	Ocorrência não identificada.
29.11 / 17:08	86	0,067	59.81 / 60.20	Quando da normalização da LT 04M3 – MLG/BNB, o disjuntor 14M3 da SE MLG não aceitou religamento, pois condutor BITO'S deslizou e aproximou-se das fases A e B.
30.11 / 19:36	75	0,536	59.94 / 60.61	Abertura automática do disjuntor 14M3 da SE BNB, provocando oscilação em todo o sistema COELCE,

Fonte: COELCE. Relatório da qualidade de energia (PETROBRAS – LUBNOR), 1999.

## Quadro 2: Afundamentos de tensão e freqüência – Dezembro/1999

<i>Quadro de Afundamentos da tensão e Sub-sobrefreqüências</i>				
<b>Dia / hora</b>	<b>Tensão (%)</b>	<b>Duração (s)</b>	<b>Intervalo de freqüência (mín e máx)</b>	<b>Ocorrências no Sistema</b>
<b>Dezembro de 1999</b>				
16.12 / 16:12	87	0,067		Bucha danificada fase “A” da chave SF6 da UTR de poste instalada no encontro dos AL’s 01M4 SE MSJ e 0118 SE AGF.
16.12 / 18:48	51	0,200	59.19 / 61.23	Def. desconhecido. Atuaram proteções : defeito para terra; trip A/B/C; defeito à frente em sobrealcançe; e defeito à frente.
16.12 / 20:10	70	0,034	59.95 / 60.29	Abertura automática do disjuntor de 69kV (DID) , defeito não identificado, após feito a inspeção.
17.12 / 09:32	81	0,166	59.76 / 59.97	Arame jogado sobre os condutores de MT do AL 01L6. Nota : 09:55 horas foi transferida parte do AL01L6 para o AL 01M3 SE MCP.
17.12 / 12:56	85	0,034	59.91 / 60.25	Abalroamento. Provocado pelo veículo Golf de placas HWO 2121 e Chevette de placa HVW 3260 ao longo do AL 01I7.
17.12 / 15:17	88	0,133	59.75 / 60.07	Abalroamento. Caminhão chocou-se com o cabo da TELEMAR provocando a quebra de dois postes de MT. Nota : o referido equipamento apresentou defeito não aceitando comando de fechamento.
18.12 / 14:24	60	0,200	59.10 / 61.28	CHESF, defeito desconhecido provocado por oscilação de todo o sistema COELCE, quando da saída da LT 04F5-PAF/MLG.
21.12 / 12:00	89	0,067	59.71 / 60.09	Defeito em alimentador 21C9, BRC.
22.12 / 06:41	79	0,400	59.30 / 60.19	Não identificado.
22.12 / 07:26	120	0,703	59.76 / 60.31	Condutor partido, fase “C” rompido, numa emenda no vão das estruturas 142(HALA) e 143(ZAR) da LT 02N1 DID/CCA, provocando uma fissura no topo do poste da estr. 143, devido deslocamento da cruzeta. Foi encontrado também um jump avariado, fase C, da estrutura 86.
22.12 / 07:46	83	0,066	59.85 / 60.17	Teste sem sucesso e em vazio na LT 02N1 DID/CCA, por solicitação do engenheiro Fernando Gomes, chefe do Departamento de Operação.
29.12 / 09:24	89	0,400	58.98 / 62.50	Afetado o referido AL, quando da saída de operação do barramento de 13,8kV da SE TAP, devido sua carga encontrar-se transferida para o AL 01F4 da SE TAP.
30.12 / 02:02	57	0,100	59.22 / 60.29	Natureza climática ,chuva na região , abertura do disjuntor 14M4 BNB/MLG, CHESF.

Fonte: COELCE. Relatório da qualidade de energia (PETROBRAS – LUBNOR), 1999.

### Quadro 3: Afundamentos de tensão e freqüência – Janeiro/2000

<i>Quadro de Afundamentos da tensão e Sub-sobrefreqüências</i>				
<b>Dia / hora</b>	<b>Tensão (%)</b>	<b>Duração (s)</b>	<b>Intervalo de freqüência (mín e máx)</b>	<b>Ocorrências no Sistema</b>
<b>Janeiro de 2000</b>				
10.01 / 09:10	82	0,100	59.88 / 60.44	Defeito em alimentador, cabos entrelaçados provocando curto circuito nas fases A e B. SE ADT.
10.01 / 09:11	77	0,100	59.87 / 59.97	Idem
13.01 / 10:31	49	0,300	59.30 / 60.57	Sem registro.
13.01 / 10:39	85	0,100	59.67 / 60.01	Abertura do religador sem sucesso, quando da demolição de uma parede, parte caiu sobre os condutores de MT do AL 01L7, desprendendo o condutor da fase B, do isolador. SE ADT.
13.01 / 13:37	87	0,132	59.82 / 59.99	SE ADT, Quando do fechamento de uma chave fusível no AL 01L7 da mesma SE ( que encontrava-se transferido para o AL 01L8 ), a chave partiu-se fechando um curto circuito.
15.01 / 15:15	80	0,369	59.38 / 60.01	Falha supridora, provocado pelo desarme do 15C6 SJI/PRI, abrindo o anel NORTE/NORDESTE.
18.01 / 13:16	82	0,166	59.66 / 60.00	Vandalismo, abertura do religador 21I6 sem sucesso, provocando a quebra de condutores de MT fases B e C.
22.01 / 17:01	85	0,132	59.70 / 59.99	Chuva com descargas atmosféricas na região, desenergizando a LT 04 M1-MLG/BNB.
22.01 / 17:48	82	0,166	59.43 / 60.30	Idem.
23.01 / 07:38	70	0,535	59.60 / 60.63	Abertura automática do disjuntor de 69kV, causa não identificada, foi efetuada inspeção na LT 02L1-FTZ/CLN, não sendo detectado nada de anormal.
24.01 / 08:56	76	0,268	59.87 / 60.50	Ocorrência não identificada.

Fonte: COELCE. Relatório da qualidade de energia (PETROBRAS – LUBNOR), 1999.

### Quadro 4: Afundamentos de tensão e freqüência – Fevereiro/2000

<i>Quadro de Afundamentos da tensão e Sub-sobrefreqüências</i>				
<b>Dia / hora</b>	<b>Tensão (%)</b>	<b>Duração (s)</b>	<b>Intervalo de freqüência (mín e máx)</b>	<b>Ocorrências no Sistema</b>
<b>Fevereiro de 2000</b>				
10.02 / 18:05	62	0,232	59.23 / 60.21	Abertura automática do disjuntor 14M4, problema de natureza climática. MLG/BNB chuva na região.
11.02 / 05:51	90	0,300	59.76 / 60.19	Sem registro.
11.02 / 06:58	80	0,166	59.66 / 60.09	Sem registro
12.02 / 09:28	86	0,200	59.69 / 60.03	Sem registro
15.02 / 22:40	78	0,067	59.66 / 60.21	Chuva com descargas atmosféricas na região. desenergizando a LT's 04M1 MLG/BNB e DRV/ICO. Proteção atuada recepção transf-trip. SE's afetadas: ICH, CDO, IGT, ACR, ORS e JGB.
16.02 / 13:43	89	0,034	59.87 / 60.00	Fechamentos de chaves fusíveis de um CD, o fusível da fase C, quebrou provocando um arco elétrico, rompendo o elo fusível da fase B e dois elos fusíveis fase B e C, na chave indicadora do ramal do AL 01F2. SE MGY.
18.02 / 02:55	76	0,530	59.80 / 60.23	Provocado por curto-circuito na chave 51H1 danificando-a totalmente afetando os AL's 01F1, 01F3, 01F4 e TSA SE PAP.
19.02 / 17:23	87	0,200	59.77 / 60.04	Sem registro.
19.02 / 20:56	64	0,100	59.59 / 60.82	No momento da abertura automática do disjuntor (12N1) SE DID, o amperímetro registrava 369 e a corrente de alerta era 396. Afetando as SE's :CCA, UMB, PMC, SLC, PAR, CND e UMR.
21.02 / 04:42	76	0,365	59.50 / 60.42	Sem registro.
22.02 / 06:01	87	0,430	59.77 / 60.14	Sem registro.
23.02 / 04:51	85	0,465	59.82 / 60.45	
23.02 / 13:18	66	0,930	59.57 / 60.37	Abertura automática do disjuntor 12C3 devido a chuva com descarga atmosférica afetando as SE's PTX e FTS, percorrido toda as LT's 02C3 CLN/PCJ, 02S1 DR/FTS e 02S2 DRV/PTX e nada de anormal foi detectado.
26.02 / 19:51	22	0,132	59.94 / 77.03	Defeito no transformador 12J6 (SE FTZ) , atuou a proteção 50 ABC.
27.02 / 04:21	81	0,100	59.86 / 60.00	Transferência de cargas da AL 01L4 , para o AL 01F7 SE TAP.

Fonte: COELCE. Relatório da qualidade de energia (PETROBRAS – LUBNOR), 1999.

### Quadro 5: Afundamentos de tensão e freqüência – Março/2000

<i>Quadro de Afundamentos da tensão e Sub-sobrefreqüências</i>				
<b>Dia / hora</b>	<b>Tensão (%)</b>	<b>Duração (s)</b>	<b>Intervalo de freqüência (mín e máx)</b>	<b>Ocorrências no Sistema</b>
<b>Março de 2000</b>				
10.03 / 12:55	84	0,500	59.75 / 60.11	Sem registro.
10.03 / 15:30	77	0,597	59.82 / 60.11	Sem registro.
11.03 / 20:00	79	0,133	59.82 / 59.99	Sem registro

Fonte: COELCE. Relatório da qualidade de energia (PETROBRAS – LUBNOR), 1999.