

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À COPIA FINAL DA
TESE DEFENDIDA POR Valcir dos Reis
Soares APROVADA PELO
COMISSÃO JULGADORA EM 04/11/97
André Tosi Furtado
ORIENTADOR

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA

Mudanças Institucional e Organizacional no Setor Elétrico Brasileiro Frente às Novas Tendências da Dinâmica Tecnológica

Autor : Valcir dos Reis Soares

Orientador: André Tosi Furtado

11/97

So11m

32954/BC

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA TÉRMICA E FLUÍDOS**

**Mudanças Institucional e Organizacional no
Setor Elétrico Brasileiro Frente às Novas
Tendências da Dinâmica Tecnológica**

Autor : Valcir dos Reis Soares

Orientador: André Tosi Furtado

Curso: Engenharia Mecânica.

Área de concentração: Térmica e Fluídos

Tese de Doutorado apresentada à comissão de Pós Graduação da Faculdade de Engenharia Mecânica, como requisito para obtenção do título de Doutor em Engenharia Mecânica.

Campinas, 1997

S.P. - Brasil



9795086
9805616

UNIDADE	80		
N.º CHAMADA:	UNICAMP		
	5011m		
V.	Ex.		
TOMBO BC	32934		
PROC.	895198		
C	<input type="checkbox"/>	D	<input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	29,1100		
DATA	07/03/98		
N.º CPD			

CM-00106585-6

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

Soares, Valcir Reis
So11m Mudanças institucional e organizacional no setor elétrico brasileiro frente às novas tendências da dinâmica tecnológica / Valcir dos Reis Soares.--Campinas, SP: [s.n.], 1997.

Orientador: André Tosi Furtado
Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica

1. Sistemas de energia elétrica. 2. Inovações tecnológicas. 3. Planejamento empresarial. 4. Empresas públicas. I. Furtado, André Tosi. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Mecânica. II. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA TÉRMICA E FLUÍDOS

Tese de Doutorado

Mudanças Institucional e Organizacional no
Setor Elétrico Brasileiro Frente às Novas
Tendências da Dinâmica Tecnológica

Autor : Valcir dos Reis Soares

Orientador: André Tosi Furtado



Prof. Dr. André Tosi Furtado, Presidente
Universidade Estadual de Campinas



Prof. Dra. Edelmira del Carmen Alveal Contreras
Universidade Federal do Rio de Janeiro



Prof. Dr. Rafael Schechtman
Universidade Federal do Rio de Janeiro



Prof. Dr. Sérgio Valdir Bajay
Universidade Estadual de Campinas



Prof. Dr. Sinclair Mallet-Guy Guerra
Universidade Estadual de Campinas

Campinas, 04 novembro de 1997

Dedicatória

Sinto-me orgulhoso ao dedicar este trabalho a *Seila, Juliana e Guilherme*. Foram, sem dúvida, as pessoas que mais me estimularam durante a sua realização, mesmo sabendo que as ações para realizá-lo implicariam em longos períodos de afastamento do autor do convívio familiar. A eles, portanto, os meus agradecimentos e, ao mesmo tempo, as minhas desculpas pelas possíveis lacunas não preenchidas, naqueles momentos, como esposo, pai e amigo.

Agradecimentos

A elaboração de um trabalho da natureza de uma tese de doutorado envolve, normalmente, a participação, seja de forma direta ou indireta, de várias instituições e pessoas sem as quais o trabalho perderia em conteúdo e objetividade. Daí, a importância da existência de um sistema de ensino e pesquisa bem estruturado, onde diversos agentes (Universidades, Empresas Públicas e Privadas, Órgãos de Fomento, Institutos de Pesquisa, etc.) interajam no sentido de apoiar a produção científica que se espera desse sistema, tanto em quantidade quanto em qualidade.

Nossa contribuição neste estudo, ainda que modesta, decorreu de uma ação conjunta de diversos agentes do sistema nacional de inovação. Nesse sentido, menciona-los é uma forma de prestar minhas homenagens e, mais do que isto, os meus sinceros agradecimentos.

Inicialmente menciono a UNICAMP, em particular a Área Interdisciplinar de Planejamento de Sistemas Energéticos - AIPSE, da Faculdade de Engenharia Mecânica, e o Departamento de Política Científica e Tecnológica - DPCT, do Instituto de Geociências, pelo fato de terem propiciado inegáveis condições de ensino e pesquisa, facilitadas pela convivência com professores de grande estatura científica e ética e funcionários altamente qualificados para o desempenho das funções. Esses elementos, centrais para a formação profissional do corpo discente dessas unidades, proporcionou-me um grande avanço intelectual e humano, impulsionado, sem dúvida, pela saudável convivência com meus pares.

Muito agradeço ao Professor André Tosi Furtado, pela competente, serena e segura orientação, não só da tese, mas do conjunto das atividades desenvolvidas pelo autor durante

todo o período de permanência como aluno da UNICAMP. Um agradecimento especial, também, ao Professor Sinclair Mallet-Guy Guerra, o qual, desde o início da chegada do autor à UNICAMP, aliás, bem antes disso, tem sido um profissional que aprendi a admirar pela sua competência e responsabilidade no exercício da docência, aliadas à um inigualável espírito ético e cordial.

À CAPES, pela concessão de uma Bolsa de Estudo, através do PICDT, fundamental para o custeio de grande parcela das despesas necessárias à realização desta pesquisa.

Ao Programa de Planejamento Energético - PPE do COPPE/UFRJ, ao qual pertenço na condição de engenheiro metalúrgico, que, além de colocar-me à disposição para a realização do trabalho e proporcionar-me uma excelente infra-estrutura de ensino e pesquisa - direcionada para a formação de qualificados mestres e doutores, aptos à liderem com as mais diversas e atuais questões relacionadas ao planejamento energético e ambiental -, liberou-me, durante quatro anos, para a realização desse doutoramento; e, ainda hoje, permitiu-me que finalizasse este trabalho, realizando-o paralelamente à outras atividades funcionais. Dessa forma, quero agradecer às várias coordenações que se sucederam no Programa, durante este período, desde a do Prof. Adriano Pires Rodrigues, que deu partida ao processo, à do Prof. Rafael Schechtman, passando pela gestão dos Profs. Luiz Fernando Loureiro Legey e Emílio Lébore La Rovere. Da mesma maneira, agradeço aos demais professores e aos diversos funcionários, pesquisadores e alunos do PPE que, mesmo de forma indireta, deram sua cota de contribuição para que o trabalho de tese se efetivasse. Dentre esses, entretanto, ressalto o nome do Eng. Químico Manoel Gonçalves Rodrigues, pesquisador-doutor do PPE, um dos poucos especialistas existentes no Brasil na área do gás natural, da Arquiteta e Prof. da UFF Louise Lomardo, doutoranda do Programa de Engenharia de Produção - PEP do COPPE, que desenvolve pesquisa na área conforto ambiental e conservação de energia, e ao Geógrafo Marcos Aurélio dos Santos, pesquisador do PPE, também, em doutoramento no PEP, que devido a um convívio diário mais próximo aliado à competência profissional desses colegas, acabaram por resultar em interessantes sugestões para a pesquisa. Além desses, quero agradecer ao também Engenheiro do PPE Ronaldo Goulart Bicalho, cujas discussões, ao longo do desenvolvimento da tese, ajudaram-me bastante para qualificar o trabalho

desenvolvido. Agradeço, da mesma forma, a Adonis Bourbon, Analista de Sistemas do PPE, e aos estagiários Amanda e Eduardo pelo fato de terem contribuído enormemente na editoração do trabalho.

Presto também os meus agradecimentos ao ex-colega de trabalho, mas amigo de sempre, Prof. Edson Benigno da Motta Barros, do Instituto de Geociências da UFF, por ter lido os primeiros rascunhos da tese e sugerido caminhos originais para a pesquisa, e ao Eng. de FURNAS Carlos Augusto Hoffman, com quem pude conversar e muito aprender, ao longo do trabalho, à respeito dos aspectos centrais relacionados ao planejamento de sistemas hidrotérmicos, como o brasileiro, e das possíveis repercussões técnicas e econômicas de determinadas medidas institucionais sobre o desempenho desses sistemas.

Não poderia deixar de mencionar a Direção e o corpo técnico das empresas selecionadas para fazer parte deste estudo. Graças ao apoio à realização de um projeto específico, denominado Dinâmica da Mudança Tecnológica no Setor Elétrico Brasileiro, essas empresas tornaram-se fundamentais no sentido de viabilizarem a parte empírica do trabalho. Dessa forma, muito agradeço as seguintes pessoas:

Ao Dr. Antônio José Imbassay, na época Presidente da Centrais Elétricas Brasileiras S.A. - ELETROBRÁS e ao Dr. Péricles de Amorim Figueiredo, da Diretoria de Planejamento e Engenharia, da mesma empresa.

Ao Dr. Xisto Vieira Filho, Diretor Geral do Centro de Pesquisas de Energia Elétrica - CEPTEL, órgão designado pela ELETROBRÁS para coordenar, no interior das empresas do Grupo, o levantamento das informações solicitadas pelo projeto. Essa tarefa, por sinal muito bem executada, coube ao Dr. Márcio Antônio Guedes Drummond, Assessor da Diretoria do CEPTEL, e a sua competente equipe de trabalho.

Ao Dr. Aloísio Guimarães Mendes, Diretor Presidente da Centrais Elétricas do Norte do Brasil. S. A. - ELETRONORTE e ao Dr. José Antônio da Silveira, da mesma empresa.

Ao Dr. Luís Laércio Simões Machado, Presidente de FURNAS Centrais Elétricas S.A e ao Dr. Luiz Antônio de Amorim Soares, Superintendente da Coordenação de Relações Institucionais de FURNAS. Além desses, agradeço à Dra. Telma Malheiros, responsável pelo levantamento das informações no interior dessa instituição.

Ao Dr. Césari Manfredi, Presidente da Companhia Paulista de Força e Luz - CPFL e ao Dr. Luiz Alberto Minniti Amoroso, Coordenador do Comitê de Desenvolvimento Tecnológico da empresa, que colocou à nossa disposição profissionais de alto nível que, com enorme senso de colaboração voltado, em grande medida, para o estreitamento das relações entre a UNICAMP e a CPFL, nos auxiliaram na tarefa da realização do diagnóstico sobre a capacitação tecnológica dessa organização.

Por fim, torna-se desnecessário afirmar que as prováveis limitações encontradas neste trabalho devem-se, única e exclusivamente, ao seu autor.

Sumário

Introdução.....	1
Capítulo 1	
O Marco Conceitual.....	10
1.1 O Conceito de Tecnologia e de Mudança Tecnológica.....	10
1.2 Abordagens Conceituais do Tema Mudança Tecnológica.....	12
1.3 Categorias Analíticas do Processo de Inovação.....	26
1.4 Indústria da Eletricidade e sua Inserção no Processo de Inovação Tecnológica.....	29
1.4.1 Tipologia do Processo de Inovação Industrial: o Caso da Indústria da Eletricidade.....	32
1.5 Dimensões da Abordagem do Processo de Capacitação Tecnológica do Setor Elétrico Brasileiro.....	34
1.5.1 Capacitação a Nível do Usuário.....	34
1.5.2 Capacitação no Gerenciamento e “Design” de Projetos.....	34
1.5.3 Capacitação a Nível da Manufatura das Instalações e Equipamentos.....	35
1.5.4 Capacitação em P&D.....	35
1.5.5 Capacitação em Recursos Humanos.....	35
1.5.6 Capacitação na Administração e no Planejamento Estratégico.....	36
Capítulo 2	
Sistemas de Potência: Conceito, Objetivos e Principais Componentes.....	37
2.1 Conceito e Objetivos dos Sistemas de Potência.....	38
2.2 Principais Características dos Componentes dos Sistemas de Potência.....	38
2.2.1 Geração de Energia Elétrica.....	38
2.2.1.1 Usinas Hidrelétricas.....	39
2.2.1.2 Centrais Termelétricas.....	45
2.2.1.3 Outros Tipos de Centrais Elétricas.....	54
2.2.2 Transmissão de Energia Elétrica.....	55
2.2.3 Distribuição de Energia Elétrica.....	57
2.3 Aspectos da Expansão e da Operação dos Sistemas de Potência.....	58
Capítulo 3	
Trajetória Tecnológica da Indústria da Eletricidade no Brasil: Contexto Histórico-Evolutivo.....	63
Introdução.....	64
3.1 Economia Agro-exportadora e Fornecimento de Energia Elétrica.....	67
3.1.1 O Contexto Internacional no Final do Século XIX e Início do Século XX.....	67
3.1.2 A Economia Brasileira: do Fim do Século XIX ao Término dos Anos 20.....	68
3.1.2.1 Os Serviços de Energia Elétrica no Período Agro-exportador.....	72

3.2 Transição para uma Economia Indústria: o Brasil Após os Anos 30.....	81
3.2.1 Características da ISI e seus Reflexos na Economia Brasileira.....	82
3.2.1.1 Reestruturação do Setor Elétrico na Contexto da Transição Econômica.....	88
3.2.2.1 Processo de Planejamento e Desenvolvimento Tecnológico no Setor Elétrico Brasileiro.....	89
3.2.2.1.1 Fase Pioneiro do Aprendizado na Planificação.....	89
3.2.2.1.1.1 Primeiras Experiências Estaduais de Planejamento no Setor Elétrico.....	90
3.2.2.1.1.2 Primeira Experiência Federal na Planificação do Setor Elétrico.....	93
3.2.2.1.2 Fase da Maturidade do Aprendizado na Planificação.....	96
3.2.2.1.2.1 Aprendizado no Planejamento Governamental.....	97
3.2.2.1.2.2 Aprendizado no Planejamento Setorial-horizontal.....	104
3.2.2.1.2.3 Aprendizado no Planejamento Setorial-vertical.....	106
3.2.2.1.2.4 Aprendizado no Planejamento Empresarial.....	109
 Capítulo 4	
Políticas Públicas e o Setor Elétrico Brasileiro: Principais Injunções.....	113
4.1 Política Industrial e Tecnológica Brasileira nos Últimos 15 Anos.....	115
4.2 Reforma Institucional do Setor Elétrico Brasileiro.....	118
4.2.1 Medidas de Âmbito Federal.....	118
4.2.2 Medidas Institucionais de Âmbito Estadual.....	122
4.3 A Questão Tecnológica & Medidas Institucionais: Avaliação das Inter-relações no Quadro das Economias Desenvolvidas.....	127
4.3.1 Principais Diretrizes das Políticas Energéticas dos Países Industrializados nos Últimos 30 Anos.....	128
4.3.1.1 O Processo de Regulação e as Mudanças Tecnológicas nos Países Industrializados: o Caso dos EUA.....	134
 Capítulo 5	
Grandes Diretrizes Estratégicas: o Papel da ELETROBRÁS na Transição Industrial e Tecnológica do Setor Elétrico.....	146
5.1 Aspectos Gerais da Empresa.....	147
5.2 Estratégia de Mercado e Política de Atendimento da Demanda.....	151
5.3 A ELETROBRÁS e o Desenvolvimento Industrial e Tecnológico do Setor.....	154
5.3.1 Programas Tecnológicos da ELETROBRÁS.....	155
5.3.1.1 Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - PROCEL.....	156
5.3.1.2 Programa Nacional de Pequenas Centrais Elétricas - PNCE.....	158
5.3.1.3 Programa de Qualificação de Equipamentos e Materiais do Setor de Energia Elétrica - PROQUIP.....	158
5.3.1.4 Programa de Qualidade do Setor Elétrico - PROCONT.....	159
5.3.1.5 Programa de Desenvolvimento Integrado do Suprimento de Energia Elétrica - PROSUP.....	161
5.3.1.6 Programas na Área Ambiental.....	161
5.3.1.7 Outros Programas.....	164
 Capítulo 6	
A Resposta das Concessionárias de Energia Elétrica à Mudanças Institucionais e Tecnológicas no Setor.....	167
6.1 Companhia Paulista de Força e Luz.....	168
6.1.1 Generalidades.....	168
6.1.2 Quadro Atual e Perspectivas da Empresa.....	170

6.1.3 Desempenho Produtivo.....	172
6.1.3.1 Aspectos Estratégicos.....	172
6.1.3.2 Alguns Indicadores do Desempenho da Empresa.....	173
6.1.3.3 Capacitação Tecnológica e Esforço Cooperativo da Empresa.....	179
6.1.4 Reflexos da Política Estadual de Desestatização sobre a Empresa.....	183
6.2 Centrais Elétricas do Norte do Brasil S. A.....	185
6.2.1 Generalidades.....	185
6.2.2 Quadro Atual e Perspectivas da Empresa.....	188
6.2.3 Desempenho Produtivo.....	192
6.2.4 Estratégia Empresarial.....	198
6.2.4.1 Razões para um Enfoque Estratégico.....	198
6.2.4.2 Principais Desafios Tecnológicos.....	201
6.2.4.3 Principais Ações em Curso na Empresa.....	202
6.3 FURNAS Centrais Elétricas S. A.	211
6.3.1 Contexto Empresarial.....	213
6.3.2 Dinamismo e Limitações para o Crescimento Empresarial.....	216
6.3.3 Desempenho Técnico e Gerencial no Tocante ao Desperdício de Energia Elétrica.....	219
6.3.4 Estratégia de Futuro: Questões Tecnológicas e Institucionais Relacionadas a Empresa.....	221
6.3.4.1 Elementos Principais do Plano Estratégico de FURNAS.....	222

Capítulo 7

P & D no Setor Elétrico Brasileiro: Reestruturação Face às Novas Exigências

Institucionais e Tecnológicas do Setor.....	227
7.1 O Papel do CEPEL na Transição Institucional e Tecnológica do Setor Elétrico.....	229
7.1.1 Aspectos Históricos do Centro.....	229
7.1.2 Rumos Atuais do CEPEL.....	231
7.1.2.1 Crise Financeira e Descentralização das Fontes de Recursos.....	231
7.1.2.2 Plano Estratégico Tecnológico (PET).....	233
7.1.2.3 Reflexos no Quadro Atual de Pessoal do CEPEL.....	241
7.1.2.4 Destinação dos Recursos e Convênios Realizados.....	245
7.1.2.5 Nível de Atualização Tecnológica do CEPEL.....	246
7.1.2.6 Novos Direcionamentos das Atividades de Pesquisa do Centro.....	246
7.1.2.7 Indicadores de Desempenho Tecnológico.....	252
7.2 A Gestão dos Conhecimentos Tecnológicos nas Concessionárias de Energia Elétrica.....	255
7.2.1 FURNAS Centrais Elétricas S. A.	256
7.2.1.1 Contexto da Capacitação Tecnológica de FURNAS.....	256
7.2.1.2 O Sistema de P&D de FURNAS.....	260
7.2.1.2.1 Principais Grupos de P&D Atuantes em FURNAS.....	261
7.2.1.3 Gestão dos Conhecimentos Tecnológicos em FURNAS.....	263
7.2.2 Centrais Elétricas do Norte do Brasil S. A. - ELETRONORTE.....	266
7.2.3 Companhia Paulista de Força e Luz - CPFL.....	267
7.2.4 Companhia Paranaense de Energia - COPEL.....	268

Conclusão.....	273
Referências Bibliográficas.....	278
Anexo.....	293
Apêndices.....	335
Apêndice 1.....	336
Apêndice 2.....	343
Apêndice 3.....	345
1. Objetivos.....	345
2. Amostra Seleccionada.....	345
3. Material e Método de Trabalho.....	346
Apêndice 4: Principais Empreendimentos da LIGHT.....	368
Apêndice 5: Principais Empreendimentos da CBEE.....	373
Apêndice 6: Linhas de Pesquisa do CEPEL.....	377

Lista de Figuras

1.1 Esquema dos Fluxos de Informações sobre Tecnologia.....	31
2.1 Princípio do Aproveitamento da Energia das Águas para Geração de Energia Elétrica.....	39
2.2 Esquema de Funcionamento de uma Termelétrica à Carvão Mineral Pulverizado.....	48
2.3 Diagrama Esquemático de uma Usina PWR.....	51
2.4 Exemplo de Curva de Carga.....	60
3.1 Potência Instalada de Geração de Energia Elétrica no Brasil. (1900 à 1960)...	65
3.2 Potência Instalada de Geração de Energia Elétrica no Brasil. (1960 à 1990....	66
4.1 Consumo de Eletricidade/PIB e Oferta de Energia nos Países da OCDE.....	131
4.2 Consumo de Eletricidade/PIB e Oferta de Energia nos EUA.....	136
6.1 Número Total de Consumidores da CPFL.....	175
6.2 Número Total de Consumidores Residenciais da CPFL.....	175
6.3 Número Total de Consumidores Industriais da CPFL.....	175
6.4 Número de Empregados da CPFL.....	176
6.5 Número de Consumidores por Empregados da CPFL.....	176
6.6 Energia Vendida por Empregado da CPFL.....	176
6.7 Consumo Médio Industrial da CPFL.....	177
6.8 Consumo Médio Residencial da CPFL.....	177
6.9 Perdas Totais da CPFL.....	177
6.10 Consumo Médio Industrial da ELETRONORTE.....	194
6.11 Número Total de Consumidores da ELETRONORTE.....	194
6.12 Número de Consumidores Residenciais da ELETRONORTE.....	194
6.13 Número de Consumidores Industriais da ELETRONORTE.....	195
6.14 Número de Consumidores por Empregado da ELETRONORTE.....	195
6.15 Energia Vendida por Empregado da ELETRONORTE.....	195
6.16 Número de Empregados da ELETRONORTE.....	196
6.17 Evolução das Perdas Totais da ELETRONORTE.....	196
6.18 Organograma da ELETRONORTE.....	204
6.19 Estrutura Institucional de Planificação Estratégica da ELETRONORTE	

(Comitê Superior de Planejamento - CSP).....	205
7.1 Organograma do CEPEL. (1988).....	237
7.2 Nova Estrutura Organizacional do CEPEL.....	238
7.3 Formas de Atuação do CEPEL.....	239
7.4 Principais Clientes do CEPEL.....	240

Lista de Tabelas

Anexo	293
2.1 Rendimento das Centrais Termelétricas Clássicas em Alguns Países da Europa.....	294
2.2 Voltagens Padronizadas no Brasil. (KV).....	294
3.1 Evolução da Potência Instalada de Geração de Energia Elétrica no Brasil.....	295
4.1 Estrutura dos Custos das Diversas Técnicas de Produção de Eletricidade.....	295
4.2 Usinas Hidrelétricas em Operação, por Sistemas e Faixa de Potência. (1991).....	296
4.3 Produção Bruta de Energia Elétrica por Regiões e Tipos de Sistemas. GWh. (1993).....	297
4.4 Produção Bruta de Energia Elétrica de Origem Térmica por Fontes, Regiões e Tipos de Sistemas.....	298
4.5 Extensão das Linhas de Transmissão por Regiões e Níveis de Tensão - Km.....	299
4.6 Potência Instalada em Subestações - MVA (1993).....	300
4.7 Brasil: Autoprodução - Potência Instalada em Turbinas à Vapor - MW (1986).....	300
4.8 Consumo de Energia Elétrica por Região e Sistemas - GWh (1993).....	301
5.1 Cenários Macroeconômicos para o Brasil - Taxas de Crescimento do PIB (%a.a.).....	302
5.2 Cenários de Conservação de Energia. (TWh).....	302
5.3 Cenários de Energia Elétrica Auto-produzida. (TWh).....	303
5.4 Resultados Quantitativos do PROCEL em 1995.....	303
5.5 Resultados Alcançados pelo PROCEL (1986/1995).....	303
6.1 Principais Características do Sistema de Potência da CPFL (1995).....	304
6.2 Número de Consumidores e Consumo de Energia Elétrica, na Área de Concessão da CPFL, por Tipos de Consumidores.....	305
6.3 Programa Decenal de Geração de Energia Elétrica da CPFL. (1996/2005).....	306
6.4 Principais Indicadores de Desempenho da CPFL.....	306
6.5 Painéis Realizados pela CPFL em suas Regionais.....	307

6.6 Balanço Energético da CPFL.....	308
6.7 Perdas de Eletricidade das Concessionárias Distribuidoras. (1992).....	308
6.8 Convênios (C) e Acordos de Cooperação (AC) Realizados pela CPFL.....	309
6.9 Evolução da Estrutura das Destinações dos Investimentos da CPFL. 1990/1994.....	309
6.10 Distribuição dos Investimentos da ELETRONORTE na Expansão dos Sistemas. (1990 e 1994).....	310
6.11 Participação dos Tipos de Sistemas por Formas de Geração.....	310
6.12 Participação das Fontes de Geração de Eletricidade por Tipos de Sistemas da ELETRONORTE.....	311
6.13 Usinas em Operação na ELETRONORTE.....	311
6.14 Programa de Expansão da Geração de Energia Elétrica (Sistemas Interligado e Isolados das Capitais) da Região Norte. (1996/2005).....	312
6.15 Crescimento dos Sistemas de Potência das Principais Geradoras Federais.....	313
6.16 Estrutura do Mercado de Energia Elétrica da ELETRONORTE.....	315
6.17 Perdas Técnicas e Comerciais nos Sistemas de Transmissão e e de Distribuição da ELETRONORTE.....	315
6.18 Capacidade de Processamento de Informações por Órgãos - MIPs.....	316
6.19 Rede de Computadores da ELETRONORTE por Órgão.....	316
6.20 Capacidade Geradora Instalada e Geração Bruta de Energia Elétrica de FURNAS por Tipos de Usinas (1995).....	317
6.21 Distribuição dos Investimentos de FURNAS no Sistema de Potência (1990/1994).....	318
6.22 Incrementos Médios da Energia Suprida por FURNAS em Comparação com o Incremento da Capacidade de Transformação e das Redes de Transmissão.....	318
6.23 Investimentos em Transmissão nas Regiões Sudeste e Centro-Oeste (milhões de R\$ dez./94).....	319
6.24 Evolução dos Resultados Financeiros de FURNAS (milhões de US\$).....	320
6.25 Índices de Produtividade Comparativos Internacionais.....	321
6.26 Recursos Humanos Contratados para Prestação de Serviços em FURNAS...	322
6.27 Pessoal Ocupado por Nível de Qualificação.....	322
6.28 Empregados por Grupos de Cargos (%).....	323
6.29 Perdas de Energia Elétrica no Sistema de Potência de FURNAS (GWh).....	323
6.30 Perdas de Energia Elétrica no Sistema de Potência de FURNAS (10 ³ US\$).....	324
7.1 Pessoal Ocupado no CEPEL (Áreas Técnicas e Administrativas) por Nível de Qualificação. (1990/1994).....	324
7.2 Participação do Pessoal Ocupado nas Divisões Técnicas e Administrativo- Financeiras, por Nível de Formação.....	325

7.3 Recursos Humanos Contratados para Prestação de Serviços no CEPEL (1990/1994).....	325
7.4 Estrutura do Financiamento das Atividades do CEPEL (%).....	326
7.5 Formação Profissional do CEPEL.....	326
7.6 Número de Projetos de Pesquisa Concluídos por Programas do CEPEL. (1993/1994).....	327
7.7 Número de Projetos de Pesquisa que Estavam em Andamento por Programas do CEPEL. (1993/1994)	327
7.8 Recursos de Licenciamento de Tecnologia Própria (10 ³ US\$)	328
7.9 Número de Trabalhos Publicados pelos Funcionários do CEPEL	328
7.10 Indicador de Desempenho do CEPEL	328
7.11 Distribuição dos Gastos do CEPEL (1993/1994)	328
7.12 Convênios, Acordos de Cooperação e Contratos Tecnológicos Mantidos pelo CEPEL. (1994)	329
7.13 Pagamentos Relativos ao Licenciamento de Tecnologia (mil US\$).....	329
7.14 Os Dez Principais Projetos em Andamento no CEPEL	330
7.15 Gastos de FURNAS com Pesquisa de Desenvolvimento Tecnológico - P&D	331
7.16 Formação Profissional dos Engenheiros da Superintendência de Engenharia de FURNAS	331
7.17 Faixa Etária dos Engenheiros da Superintendência de Engenharia de FURNAS.....	332
7.18 Tempo de Formado dos Engenheiros da Superintendência de Engenharia de FURNAS	332
7.19 Grupos de Pesquisa e Desenvolvimento - P&D em Atuação em FURNAS. (1995)	333
7.20 Convênios, Acordos de Cooperação e Contratos Tecnológicos Mantidos por FURNAS. (1994)	334
7.21 Dispêndio Bruto com P&D em Relação às Vendas de Eletricidade (milhões de US\$ dez./1989)	334

Resumo

SOARES, Valcir dos Reis, *Mudanças Institucional e Organizacional no Setor Elétrico Brasileiro Frente às Novas Tendências da Dinâmica Tecnológica*,: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 1997. 378p. Tese (Doutorado)

Esta tese identificou mudanças nas estratégias de planificação e de organização das empresas do Setor Elétrico Brasileiro - SEB, face à atual dinâmica tecnológica. Apresentou os conceitos relacionados ao progresso técnico, vinculando-o, também, à realidade dos países em desenvolvimento; abordou outros conceitos específicos dos Sistemas de Potência. Diagnosticou fatores históricos que contribuíram para a consolidação da trajetória tecnológica da indústria da eletricidade no Brasil. Analisou, através das experiências internacionais, as relações contemporâneas entre as reformas institucionais e regulatórias no setor elétrico e as transformações tecnológicas; explicitou as repercussões das políticas governamentais brasileiras sobre o SEB. Procurou, ademais, compreender as respostas das empresas públicas tradicionais do setor ao atual direcionamento das transformações tecnológicas. Concluiu que, em função da mudança de rumo na indústria da eletricidade no plano internacional e das orientações da política econômica nacional, o setor elétrico estatal vem realizando um profundo processo de reestruturação, permitindo-lhe responder positivamente aos desafios de mudanças nos níveis da capacitação no planejamento estratégico, organizacional e nas estratégias de P&D e de qualificação de pessoal das empresas.

Palavras Chave

- Sistemas de energia elétrica, Planejamento Empresarial, Inovações Tecnológicas, Empresas Públicas.

Abstract

SOARES, Valcir dos Reis, *Institutional and Organizational Changes in the Brazilian Electric Sector Front to the New Trends of Technological Dynamics*: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 1997. 376p. Tese (Doutorado).

This work identified changes in the planning strategies and of companies organization of Brazilian Electrical Sector - BES, in virtue to the current technological dynamics. It presented the concepts related to the technical progress linking it, also, to the reality of countries in development; it approached other specific concepts of power systems. It diagnosed historical factors that contributed to the consolidation of technological trajectory of electricity industry in Brazil. It analyzed, through the international experiences, the contemporary relationships among the institutional and convenient reforms in the electrical sector and the technological transformations; manifested the new directions of politics brazilians government on BES. It sought, besides, to understand the answers of traditional public companies of sector to the current direction of technological transformations. It ended that, in function of direction change in the electricity industry in the international plan and of the orientation national economic politics, the state electrical sector comes accomplishing an enormous restructuring process, allowing to answer to the challenges of changes in advance in the training levels in the strategic planning, organizational, R&D strategies and companies workers qualification.

Key Words

- Electricity Sistem, Technological Change, Utilities.

Introdução

Está em curso no Brasil um processo de readequação do Setor Elétrico Brasileiro - SEB visando definir (para esse) um novo arcabouço institucional e regulamentar que ambiciona reestruturar e voltar a dinamizar a sua base produtiva e as suas relações de negócios.

Esse processo de readequação do SEB vem sendo conduzido numa conjuntura de crise no setor (envolvendo as suas diversas dimensões: econômico-financeira, institucional, ambiental, social, ética, cultural e tecnológica) que, por sua vez, insere-se numa crise econômica e social do país (que desenvolve-se desde o início dos anos 80), num contexto de reorganização industrial no plano internacional, concebida como um processo simultâneo de globalização, regionalização e de controle mundial de mercados pelos grandes conglomerados transnacionais.¹

¹ “Frente ao esgotamento do modelo de crescimento do pós-guerra, baseado num padrão tecnológico e estrutura da produção levados ao seu limite pelos processos de internacionalização e multinacionalização, os países capitalistas avançados adotam políticas visando reverter o desajuste entre a base produtiva e o circuito financeiro, que se mantinha estruturado em âmbito nacional. Apesar das especificidades da evolução de cada país, é evidente em todos eles uma adequação e reforçamento do processo de globalização da economia mundial. Este processo, como o de multinacionalização que o precedeu, é impulsionado pela acumulação e centralização de recursos e pelo intenso ritmo de inovação protagonizado pelos conglomerados internacionais. Seu resultado, já observável, é uma organização da produção (fluxos de tecnologia e insumos, estruturas de decisão e controle), da comercialização (estratégias visando mercados supranacionais regulados por normas mundiais) e do consumo (generalização de padrões de consumo, embora explorando a possibilidade de atender a diferenças e preferências regionais) em bases mundiais e uma radical diminuição da importância das fronteiras nacionais.” (DAGNINO, 1991) Dessa forma, “as políticas não estão mais, como nos “famigerados” anos 50 e 60, dirigidas à expansão do mercado interno ou à obtenção de níveis elevados de emprego, enquanto condições que favorecem a estratégia de crescimento das empresas. Inversamente, as políticas de governo procuram estimular a estratégia competitiva da grande empresa nos mercados globalizados, como condição para a manutenção sob controle “nacional” dos empregos de maior qualificação, do saber técnico e das vantagens dinâmicas conferidas pelo domínio da tecnologia.” (BELLUZO, 1995)

Como não poderia deixar de ser, numa economia internacionalizada como a economia brasileira (embora com um alto grau de proteção do mercado interno), a natureza e a direção das decisões originárias desse processo de mudança na economia mundial acabam influenciando (positiva ou negativamente) as decisões internas do país, em particular sobre aqueles setores econômicos fortemente organizados, ao longo de sua trajetória produtiva, com base na importação de tecnologia do exterior, como é o caso do SEB.

Tendo em vista a busca desse novo desenho institucional para o setor, torna-se fundamental alargar o conhecimento sobre uma importante dimensão da atual crise, qual seja, a *tecnológica*.

A história contemporânea do processo de reforma organizacional e institucional do SEB está envolvida, fortemente, por essa dimensão que, na realidade, sempre constitui-se (muito mais subjetiva, do que objetivamente, é bem verdade) como parte essencial das reformas que se operavam. Como atualmente, muito mais que antes, as transformações na economia mundial vão atribuindo a ciência e a tecnologia funções estratégicas bem mais definitivas no processo de modernização desse e de outros setores da economia brasileira, é justo procurar aprofundar o entendimento das relações guardadas entre as transformações tecnológicas e as mudanças organizacionais e institucionais nesses setores.

Este trabalho de tese, portanto, pretende identificar prováveis inflexões de rumo nas estratégias de planificação e de gestão das empresas que atuam no SEB, à luz das transformações na dinâmica da mudança tecnológica na indústria da eletricidade.

Embora não desconsiderando a amplitude e a diversidade do ambiente da indústria elétrica no Brasil, a análise privilegiará as empresas do setor elétrico, posto que são essas firmas que exercem o papel fundamental de agentes articuladores e organizadores do processo produtivo ligado à essa indústria. Dessa forma, é no escopo da habilidade no manejo da ampla articulação entre essas organizações e os demais atores institucionais desse ambiente produtivo (fornecedores de bens e serviços, centros de pesquisa internos e externos às empresas, consumidores, universidades, agências de fomento, governos, etc.) que parece residir o maior suporte para dinamizar o processo de ampliação e modernização do SEB.

A tese sustenta como hipótese básica geral de trabalho que as transformações tecnológicas em curso devem encontrar ressonância no plano organizacional e institucional

das firmas do setor elétrico. Entretanto, para que se efetivem à contento exigirão a presença do Estado como importante agente catalisador desse processo de transição da indústria, pelo menos no curto e no médio-prazo, na medida em que **novos e qualificados** atores vão sendo aportados no setor, tanto nas atividades produtivas e comerciais quanto naquelas inerentes aos mecanismos de regulação. Dessa forma, em lugar de uma mudança institucional radical (simbolizada por uma total privatização das empresas do setor), defendo a tese da transição gradual e controlada, mas sempre no sentido de uma pluralidade institucional. Ou melhor, as transformações tecnológicas, para tornarem-se dinâmicas e transformadoras, ao mesmo tempo em que reverta em favor do sistema de inovação do país, deverão ocorrer apoiadas na capacidade empreendedora das empresas estatais de energia elétrica, ou melhor, tendo o Estado como gestor desse processo de transição. Essa proposição baseia-se, principalmente, no fato desse agente ter adquirido enorme capacitação técnica e gerencial, ao longo da consolidação no país dessa indústria, ocorrida no segundo pós-guerra.

A natureza e o sentido dessa transição setorial deverão estar alicerçados na premissa de que será necessário adicionar ao sistema novos mecanismos que possibilitem as empresas redirecionarem e requalificarem suas atividades produtivas e comerciais. Para isso, será necessário que se estabeleçam as condições para que respondam, de forma eficaz, aos novos condicionantes e exigências do processo de inovação tecnológica, ou seja, flexibilização decisional em relação às diversas atividades do setor (planejamento, produção, operação, comércio, pesquisa, etc.); estímulo à redistribuição entre grandes e pequenas unidades produtivas e diversificação das fontes de geração de energia elétrica; novas exigências de qualidade de fornecimento do produto e da qualidade ambiental; mudança de enfoque relacionada ao tema da oferta de energia, que agora passa também a incorporar ações direcionadas para o lado da demanda; e, por último, o incentivo à incorporação de novos atores no setor, visando ocupar novos espaços de valorização das atividades.

Esse conjunto de condicionantes constituem-se em elementos de destaque dessa nova dinâmica produtiva, que recolocam enormes desafios à serem enfrentados pelos atores atuantes na indústria da eletricidade no Brasil, em particular o próprio Estado.

Diante das novas dimensões do problema do desenvolvimento industrial e tecnológico do SEB, a questão central parece ser a de *como* conduzir uma transformação tecnológica qualitativa da indústria para um novo patamar, ou nova fase de desenvolvimento, que retenha

os elementos positivos do quadro original e fomenta a inclusão articulada de novos ingredientes. Nesse caso, quais seriam os elementos positivos do passado à serem preservados? Quais os novos seriam os germinantes de mudanças no presente? Quais os mais recentes atores que emergem (e emergirão) nessa nova problemática tecnológica? Qual o papel a ser desempenhado por esses novos atores nesse contexto renovado?

Essa equação, no atual momento, evidentemente, não apresenta só variáveis técnicas mas, também, algumas de natureza política. Isto, por tratar-se de mudanças relacionadas (e no interior) do aparelho de Estado (a nível federal e estadual, principalmente) e, portanto, com profundas implicações sobre a população brasileira, de uma maneira geral. Seu resultado, assim entende-se, só será satisfatório se incorporado no marco da legitimação democrática, a partir de uma ampla inserção no debate atual, bem como no contexto decisional do setor, de amplos segmentos da população, juntamente com os diversos agentes econômicos envolvidos nesse processo.

Dessa forma, evidenciado a natureza política do tema abordado, esse estudo, como não poderia deixar de ser, assumirá uma postura essencialmente acadêmica (embora isso não o isente de uma neutralidade técnica nem, tão pouco, política, por que essas, na realidade, não existem). Utiliza-se, desse modo, do método científico considerado apropriado a uma investigação dessa natureza, trabalhando também no plano das idéias e das sugestões visando contribuir para o debate e para a qualificação dos tomadores de decisões e daqueles que serão afetados por essas decisões, tendo em vista os prováveis rumos nas atividades do setor. Além disso, esse estudo pretende contribuir, como outros, no lançamento de algumas sementes que germinem em direção à elevação da **cultura técnica** dos vários agentes envolvidos nesse processo, visando instrumentaliza-los, através da ampliação dos conhecimentos, para o exercício pleno da cidadania; finalidade tradicional básica da Universidade no contexto sócio-econômico e cultural brasileiro.

A escolha do SEB para estudo desse tema de tese está ligado, em primeiro lugar, a sua importância e a do seu produto para a economia do país. A energia elétrica é um serviço de uso generalizado nos mais diversos setores. É perceptível a relevância econômica e social dessa fonte energética, cuja produção e uso foram (e continuam a ser) fatores determinantes para o crescimento econômico, bem como para o bem-estar social de grande parcela da população brasileira. Nesse sentido, o Brasil seguirá, certamente, uma tendência internacional

irreversível de uso extensivo, generalizado, dessa fonte energética. Isso, acompanhado, por um lado, pela necessidade e pela urgência de adoção de medidas que conduzam tanto a produção eficiente desse insumo quanto a uma utilização mais racional nas diversas atividades econômicas e sociais, principalmente naquelas de uso mais intensivo e, por outro, a uma ampliação do seu uso para agentes sociais que ainda não tiveram acesso à essa fonte energética.

Evidencia-se, por sua vez, uma tendência à elevação dos custos de fornecimento da eletricidade, tanto no mundo quanto no Brasil. Essa tendência tem a alimenta-la, desde que se instalou no início dos anos 70, a partir do primeiro choque do petróleo, entre outros fatores, a elevação dos custos de investimento, de rolagem das dívidas das concessionárias e outros custos ligados à paralisação de diversas obras no setor. Além disso, as maiores exigências de qualidade, por parte dos consumidores, na prestação dos serviços realizados por essas empresas e as reivindicações da sociedade civil por mudanças no enfoque do setor (principalmente em relação aos problemas sociais - entre os quais destacam-se as desapropriações das famílias atingidas pelas inundações, provocadas pelas construções de barragens - e aqueles de natureza ambiental), constituem-se em sérios desafios à serem enfrentados pelo setor, em conjunto com a sociedade.

Com isso, as ações do setor elétrico devem ser orientadas para além da sua otimização econômica tradicional. Isto é, a qualidade ambiental, o atendimento das reivindicações sociais e o avanço na qualidade da relação de negócios com os consumidores, por um lado, e com os demais clientes internos e externos às empresas, por outro, tornaram-se variáveis-chaves que, necessariamente, deverão ser incorporadas nas suas estratégias de ampliação e de modernização. Essas novas ações, no entanto, requerem tempo e uma ampla qualificação dos diversos agentes envolvidos nesse processo de mudança, na medida em que remodela-se o ambiente político-cultural de atuação desses diferentes agentes.

O SEB teve (e continuará a ter) uma importância muito grande para o país. Suas demandas econômicas positivas (mas também suas mazelas) causam forte impacto sobre a economia e a sociedade brasileira. Grande parcela das empresas nacionais de construção civil, engenharia e de consultoria viabilizaram-se e adquiriram competência técnica de nível internacional participando do projeto da construção e da montagem dos avançados sistemas de potência do setor. Mencione-se, também, os fornecedores nacionais e internacionais de

materiais e equipamentos, cuja estratégia de compra, conduzida de forma planejada pelas concessionárias do setor, com o apoio da ELETROBRÁS, mais enfaticamente a partir do meado da década de 70, levou a um índice de nacionalização das encomendas que, para grande parte dos produtos, chegou a superar 90%. Por outro lado, essa nacionalização, nem sempre conduziu à fabricação de equipamentos com custos competitivos com o mercado internacional.

Os investimentos no SEB tendem à ser elevados, o que também realça sua importância para o país. Esses investimentos chegaram a absorver 10,0% da poupança brasileira no período 1979 a 1989, representando 60,0% dos investimentos energéticos nacionais. (ELETROBRÁS, 1989)

Em relação ao tratamento conceitual do tema da mudança tecnológica no SEB, cabe, inicialmente, uma observação: é preciso não se perder de vista o fato de existir vários modelos (ou padrões) de organização das atividades de inovação tecnológica que podem (ou não) conduzir a um processo eficaz e satisfatório de mudança. Isso dependerá, dentre outros fatores, da forma como a sociedade estabelece suas estratégias de desenvolvimento e do modo como se organiza para alcançar os objetivos explícitos (e acordados) nessas estratégias; e, igualmente, das condições materiais, políticas, institucionais e culturais que envolve essa sociedade, no contexto das relações internas e internacionais.

Nesse sentido, a compreensão do comportamento de inovar dos agentes econômicos e sociais bem como dos programas de políticas públicas no campo tecnológico, devem estar fortemente compenetrados do caráter **idiossincrático** do cenário social e econômico no qual se atua. (KATZ, 1989)

Dessa forma, a linha de entendimento da problemática do progresso técnico e da capacitação dos agentes econômicos e sociais envolvidos, deve fundamentar-se num trabalho que envolva instrumentos teóricos (em grande medida, ainda em vias de elaboração) que possam ser úteis aos países que estão buscando trilhar caminhos próprios para o seu processo de desenvolvimento tecnológico, levando em conta as características históricas, institucionais, econômicas, culturais e sociais, peculiares às suas formações.

A “teoria do aprendizado”, por exemplo, procura atuar nessa direção. Sua concepção conceitual assenta-se sobre o pressuposto de que, mesmo numa situação de dependência

tecnológica, é possível, em determinadas circunstâncias, um país obter grandes progressos através da importação de tecnologia para determinados setores industriais. Além disso, sugere a possibilidade de desenvolver mecanismos que permitam ir além dessa condição de dependência, alcançando o desenvolvimento tecnológico pleno.

Embora este estudo de caso explore como vertente orientadora da sua investigação os trabalhos conceituais e empíricos mais recentes que buscam formalizar o corpo teórico ligado ao aprendizado tecnológico, em particular os estudos daqueles autores que procuram refletir sobre esse tema direcionando suas preocupações analíticas para o caso dos países emergentes (de uma maneira geral, fortemente dependentes de tecnologias importadas), também utiliza-se, face à natureza do tema em discussão, de outras tentativas de formalizações teóricas que parecem complementar aquelas idéias, em particular as concepções inerentes às problemáticas **organizacionais, institucionais e culturais.**

Para discutir o assunto proposto, além desta introdução ao tema, a tese está organizada com base em mais sete capítulos. No Capítulo 1 (O Marco Conceitual) baliza-se o quadro conceitual e analítico que norteará a investigação sobre a natureza e a direção da mudança tecnológica na indústria da eletricidade, bem como sua relação com a planificação e as estratégias de organização das empresas dessa indústria.

O Capítulo 2 (Sistemas de Potência: Conceito, Objetivos e Componentes) apresenta os principais aspectos técnico-econômicos relacionados à ferramenta básica das empresas do setor elétrico, ou seja, os sistemas de potência. Define os principais elementos envolvidos na constituição desses sistemas, assim como suas funções e articulações mais fortes e, além disso, caracteriza, através das abordagens técnica e econômica, os princípios da estruturação e da evolução desses sistemas. Espera-se, com isso, fornecer aos leitores, em particular os menos familiarizados com esses conhecimentos, as condições mínimas indispensáveis à uma melhor compreensão das etapas posteriores do trabalho.

O terceiro Capítulo (Trajetória Tecnológica da Indústria da Eletricidade no Brasil: Contexto Histórico-Evolutivo) objetiva explicitar os principais aspectos históricos que contribuíram para o surgimento e o desenvolvimento da indústria da eletricidade no Brasil, resgatando os elementos centrais envolvidos nesse longo processo histórico. Limita-se, entretanto, a mostrar os traços mais relevantes desse processo; mais precisamente, os principais agentes e instrumentos envolvidos na estruturação e na dinamização produtiva e

tecnológica do setor. Apressar-se que: o desenrolar desse processo foi sempre determinado e animado por uma lógica mais ampla, qual seja, a do desenvolvimento do modo de produção capitalista, a partir do final do século XIX, através da participação das empresas multinacionais na indústria; seja no setor, forma predominante até o início dos anos 60; seja em outras fases da cadeia produtiva da indústria, tal como na fabricação local de equipamentos, a partir do segundo pós-guerra. Sublinha-se, além disso, que, nesse período, o Estado, através dos governos federal e estaduais, passou a desempenhar um papel crucial no sentido de planejar e organizar a indústria no país, além de ter possuído uma importância central como empresário no setor.

No Capítulo 4 (Políticas Públicas e o Setor Elétrico Brasileiro: Principais Injunções) analisa-se dois níveis onde se desenvolvem as políticas governamentais, bem como o conjunto de normas jurídicas que amparam a institucionalização das atividades do setor. O primeiro nível, de escopo mais amplo, envolve as **medidas de política industrial e tecnológica** implementadas pelo governo federal e que, em geral, tem impacto sobre a indústria da eletricidade. O segundo nível, relaciona-se ao atual processo de **mudanças institucionais** em curso no setor. Essas medidas teriam como objetivos mais gerais redirecionar e requalificar as atividades produtivas e comerciais das empresas do setor, frente às mudanças de rumos na economia mundial, a partir dos anos 80. No entanto, como essas propostas inserem-se num contexto mais amplo de dinamização tecnológica no plano internacional, o capítulo também apresenta um panorama do curso e da natureza dessa dinâmica na indústria de energia elétrica dos países mais industrializados; analisa, também, o processo de regulamentação do setor elétrico americano, procurando verificar em que medida este processo guarda relações com o quadro das transformações tecnológicas nessa e em outras atividades industriais.

No quinto Capítulo (Grandes Diretrizes Estratégicas: o Papel da ELETROBRÁS na Transição Tecnológica do Setor) aborda-se as principais estratégias do SEB relativas à mudança tecnológica, destacando o forte envolvimento da ELETROBRÁS como agente necessário à coordenação das principais diretrizes e políticas nessa fase de transição setorial.

O Capítulo 6 (A Resposta das Concessionárias de Energia Elétrica às Mudanças Institucionais e Tecnológica no Setor) é uma tentativa de apreender-se os procedimentos organizacionais e tecnológicos mais recentes (1990-1996), no interior das firmas do setor elétrico, objetivando dinamizar e diversificar os processos de produção e comercialização, no

contexto das políticas públicas do país. Esse diagnóstico é realizado com base num estudo de caso envolvendo três importantes concessionárias brasileiras de energia elétrica: A Companhia Paulista de Força e Luz - CPFL, FURNAS Centrais Elétricas S. A. e a Centrais Elétricas do Norte do Brasil S. A. - ELETRONORTE.

No sétimo Capítulo (P&D no Setor Elétrico Brasileiro: Reestruturação Face às Novas Exigências Institucionais e Tecnológicas do Setor) busca-se explicitar, nessa fase de transição institucional e tecnológica do SEB, as iniciativas de reorganização empresarial visando a reinserção da P&D no contexto das mais recentes formas de organização das empresas e das necessidades de financiamento das suas atividades de pesquisa. Visando tal objetivo, serão analisadas as iniciativas do CEPEL, nessa área, procurando compreender o posicionamento desse órgão frente ao contexto das mudanças tecnológicas e institucionais no setor. Além desse, serão investigados os esforços de P&D realizados por algumas concessionárias de energia elétrica (FURNAS, ELETRONORTE, CPFL e COPEL), tentando perceber a existência de novas atitudes empresariais de qualificação diante desse tema.

Por fim, a Conclusão da tese, que aponta, também, algumas sugestões normativas em relação aos temas mais agudos analisados no decorrer dos capítulos.

A tese pode ser dividida em três grandes partes. A primeira, que compreende os dois primeiros capítulos, elabora-se um quadro de referência conceitual e analítico do SEB, em particular no que se refere aos aspectos técnico-econômicos e operacionais. Na segunda parte, correspondente ao Capítulo 3, realiza-se uma análise histórico-evolutiva, onde se enfatiza o ambiente político e institucional no qual se operou o desenvolvimento das principais empresas setor. A terceira parte, que se inicia no Capítulo 4 e termina no Capítulo 7, representa a essencialidade da pesquisa, particularmente no que diz respeito a realidade atual do setor, e consubstancia-se num diagnóstico da situação institucional, tecnológica e organizacional de alguns dos principais agentes constituintes do SEB, no contexto das políticas públicas do Brasil e no marco da nova fase de expansão do capitalismo no plano mundial.

Capítulo 1

O Marco Conceitual

Neste capítulo delinea-se o quadro analítico-conceitual que norteia a investigação sobre a natureza e a direção da mudança tecnológica na indústria da eletricidade, assim como sua relação com a planificação e as estratégias de organização das empresas dessa indústria. Parte-se, inicialmente, do conceito de tecnologia para, em seguida, explicitar-se as diversas correntes do pensamento que tratam do tema do progresso técnico. Aborda-se, também, certas categorias analíticas, destacadas pela literatura mais recente, que permitem enfocar de forma mais sistematizada as transformações tecnológicas nas diversas esferas das atividades econômicas. Em seguida, cuida-se de inserir, do ponto de vista conceitual, a indústria da eletricidade no processo de inovação, apresentando uma tipologia que procura posicioná-la nesse processo. Finalmente, aborda-se as diversas dimensões do processo de capacitação tecnológica, apontadas pela literatura atual, que envolvem, especificamente, as indústrias energéticas.

1.1 O Conceito de Tecnologia e de Mudança Tecnológica

A **tecnologia**, em uma simples concepção, pode ser vista como um conjunto de atividades ligadas à transformação de *inputs* em *outputs*.

Esta transformação, por outro lado, envolve múltiplos aspectos; esses, vão desde a organização e divisão social do trabalho no interior das organizações, passando pelos conhecimentos incorporados no processo de transformação - no *hardware* e no *software*, nas pessoas, nas práticas e nos procedimentos das instituições - até a forma com que esses *inputs*

são transformados, assim como na qualidade final dos *outputs*. Esse conjunto, por sua vez, sofre diversas influências dos agentes do ambiente externo às organizações. (FRANSMAN & KING, 1984, p. 9)

No contexto das relações econômicas e sociais, a tecnologia pode também ser concebida como envolvendo um amplo “conjunto ordenado de conhecimentos empregados na produção e comercialização de bens e serviços, integrada, não só por conhecimentos científicos provenientes das ciências naturais, sociais e humanas, etc., mas igualmente por conhecimentos empíricos que resultam de observações, experiências, atitudes específicas, tradição (oral, escrita, etc.)” (SABATO, 1971)

A ação do homem e das instituições tem central importância nos processos tecnológicos, posto que atuam como forças criadoras e impulsionadoras que dão conteúdo, sentido e ritmo ao processo. Deste modo, forma e conteúdo com que os conhecimentos científicos e tecnológicos são gerados e utilizados transformam-se quantitativa e qualitativamente, ao longo do tempo, resultando, de forma descontínua, é bem verdade, em novos métodos organizacionais da produção e dos processos de trabalho; novos produtos (embora nem sempre melhores) e processos produtivos (que, por sua vez, podem gerar novas indústrias) e novas formas de comercialização dos bens produzidos.

O *locus* privilegiado da ação dos homens e das instituições com a finalidade de extrair recursos para transformar *inputs* em *outputs* é a natureza. O processo de domínio e submissão da natureza pelo homem visando apropriar-se dos seus benefícios, através da sua transformação, é um fenômeno que ocorre desde os primórdios da civilização. No entanto, foi somente a partir da I Revolução Industrial, no século XVIII, que engendrou-se uma grande expansão das indústrias e do comércio, revelando-se, de forma extraordinária, a capacidade humana de transformar o seu meio ambiente, dando-lhe um fim econômico e social mais amplo; nem sempre, entretanto, a riqueza assim gerada é eqüitativamente distribuída, entre regiões, nações e indivíduos.

Nesse amplo contexto, a tecnologia desempenha um papel central.

Ao processo histórico da evolução e da transformação quantitativa e qualitativa da tecnologia, denomina-se **mudança tecnológica** ou **progresso técnico**.

Embora reconhecendo o grande avanço no sentido da formulação de um quadro conceitual que revelasse a real dimensão assumida pela mudança tecnológica no processo de desenvolvimento econômico e social de um país ou região, ainda inexistia um corpo teórico consistente que dê um tratamento definitivo a esse tema.¹

Como tal tarefa foge ao escopo deste trabalho de pesquisa, procurar-se-á, pelo menos, apreender os principais avanços analíticos e conceituais, tendo em vista os objetivos traçados inicialmente.

1.2 Abordagens Conceituais do Tema Mudança Tecnológica

Foi no final do século XVIII que a economia começou a elevar-se à posição de ciência. Para isso, muito contribuíram as obras dos autores da chamada Escola Clássica, dentre os quais destacaram-se economistas como Adam Smith, David Ricardo, Stuart Mill, entre outros. Tendo como cenário para suas análises a I Revolução Industrial Inglesa, os autores dessa escola do pensamento econômico foram, certamente, os primeiros a começarem a perceber as implicações do progresso técnico sobre a evolução geral da estrutura econômica e social inglesa, daquele período.

SMITH (1776, Vol. I, p. 19), por exemplo, ao pôr em evidência, como ponto central de sua Teoria do Valor-Trabalho, o impacto que o trabalho exerce sobre a criação de riquezas, ressaltou a importância fundamental que a divisão técnica do trabalho exerce como gerador de riqueza. Destaca três circunstâncias distintas que conduziriam, segundo ele, ao aumento da quantidade de trabalho de uma nação, resultando no aumento da riqueza: “em primeiro lugar, devido à maior destreza existente em cada trabalhador; em segundo lugar, à poupança daquele tempo que, geralmente, seria costume perder ao passar de um tipo de trabalho para outro; finalmente, à invenção de um grande número de máquinas que facilitam e abreviam o trabalho que, de outra forma, teria que ser feito por muitos.” Além disso, percebeu que a divisão do trabalho só encontrava seus limites na dimensão do mercado. Nesse sentido, quanto maior o

¹ “Dada la importancia que tiene el tema del cambio tecnológico en el análisis económico contemporáneo y el papel crucial que el mismo juega cuando se trata de comprender la organización y división del trabajo prevalentes en una comunidad dada, así como la inserción que la misma tiene en el escenario económico y político internacional, resulta llamativo que la Economía Política no haya tenido hasta fecha relativamente reciente un cuerpo de teoría que le permitiera arrojar cierta luz sobre los determinantes micro y macroeconómicos del comportamiento tecnológico, de igual manera que las consecuencias del mismo, ya sean éstas a escala de la unidad productiva individual, a nivel sectorial o en plano agregado de la sociedad en su conjunto.” (KATZ, s.d.) “De uma maneira geral, o progresso técnico é um fenômeno até hoje não totalmente dimensionado dentro de um quadro teórico definitivo.” (SANT’ANA et al, 1990, p. 4)

mercado, maiores as possibilidades de ampliar a divisão do trabalho e, conseqüentemente, aumentar a produtividade.

Dessa forma, a organização do processo de trabalho na manufatura (*locus* privilegiado, segundo Smith, onde ocorria com maior intensidade a divisão técnica do trabalho), em primeiro lugar e, secundariamente, a invenção de máquinas, constituem-se em importantes fatores geradores do aumento da produtividade.

RICARDO (1982), por sua vez, ao analisar a importância do progresso técnico sobre a dinâmica do processo produtivo, concluiu que o impacto causado pela mecanização sobre a produtividade do trabalho altera a distribuição de recursos, em favor do capital. Sua análise centra-se mais incisivamente sobre a influência exercida na repartição da renda entre as diferentes classes participantes do processo de geração de riquezas (trabalhadores assalariados, proprietários de terras e a classe dos capitalistas), tendo em vista a introdução de máquinas nos processos de produção.

Segundo a concepção desse economista clássico, “o processo de mecanização, embora sendo prejudicial para o trabalhador assalariado, na medida em que diminuía em termos relativos a parcela do produto destinada aos salários, aumentava a margem de lucro dos empresários elevando a taxa de acumulação capitalista.” Essa tendência era inevitável e, segundo ele, benéfica, posto que a elevação constante do lucro capitalista era o que movia o processo de acumulação. Nesse sentido, se o país não aprofundasse o processo de mecanização transferiria para os países do exterior a possibilidade de fazer a intensificação desse processo. Situação que “representaria um desestímulo muito maior a demanda de trabalho do que a generalização mais completa do uso de máquinas, uma vez que, enquanto o capital é aplicado no país, alguma demanda de trabalho deveria ser criada.” (RICARDO, 1982, p. 266-267)

Essa mesma formulação, que encorajava a introdução da mecanização nas manufaturas, valeria, segundo David Ricardo, em relação às terras ocupadas. Os proprietários dessas terras deveriam incentivar o uso de máquinas na agricultura para reduzir, desta forma, o custo dos produtos provenientes do campo e obter, conseqüentemente, a chamada *vantagem comparativa* em relação a alguns produtos agrícolas produzidos no exterior. Dessa forma, viabilizaria-se a exportação de produtos agrícolas para outros países.

Os autores clássicos, de uma maneira geral, basearam seus estudos nos preceitos filosóficos do liberalismo econômico e do individualismo. Esses preceitos exerceram (e continuam a exercer) uma grande influência no pensamento revolucionário burguês. No entanto, já naquele período, e mais incisivamente a partir do terceiro decênio do século XIX, foram sendo criticadas algumas questões mal visualizadas pelos autores da Escola Clássica, dentre outras: a identificação de crises e depressões da atividade econômica, a questão do desemprego econômico, a da distribuição desigual da renda. Por outro lado, os críticos dessa concepção clássica não chegaram, num primeiro momento, a constituir um corpo de idéias que pudessem contrapor-se às suas formulações.

Quanto ao tratamento dispensado pelos autores clássicos ao papel da mudança tecnológica no processo econômico, pondo de lado as premissas e os condicionantes de sua introdução nos processos produtivos, praticamente nada foi aprofundado, pelo menos até aquele período.

As críticas mais gerais, entretanto, ganharam mais consistência a partir da controvertida e genial obra de Karl Marx, denominada *O Capital*. Nesta obra, fundamentada na doutrina socialista de visão do mundo, Marx, ao desenvolver uma análise do processo de desenvolvimento capitalista baseado na concepção materialista da história e na luta de classes, conseguiu, efetivamente, contrapor-se à Escola Clássica, revelando as contradições existentes no modo de produção capitalista. Desvendou com imenso rigor analítico os grandes nexos causais existente entre o desenvolvimento das forças produtivas e as relações sociais e econômicas onde, para Marx, o trabalhador assalariado, ao vender sua força de trabalho para os capitalistas, era a principal vítima daquele modo de produção.

O progresso técnico, segundo MARX (1975), teria enorme influência na estrutura e na dinâmica capitalista. A sua intensificação, cujo ritmo de difusão seria dado pelo setor produtor de máquinas e equipamentos, entretanto, conduziria a economizar o trabalho vivo gerando, à longo prazo, uma permanente tendência à elevação da taxa de lucro. Esta tendência estaria associada à concentração e à centralização do capital e, também, às crises cíclicas, desenvolvidas ao longo do processo de expansão do capital.

Marx, embora tivesse destacado e avançado muito mais do que os autores clássicos na compreensão do papel desempenhado pelo progresso técnico em sua ampla articulação com os movimentos da economia e, principalmente, em sua relação com as variáveis sociais, da

mesma forma que àqueles autores, não avançou o suficiente na compreensão da natureza do processo da mudança tecnológica. Nesse sentido, é esclarecedora a observação de KATZ (s.d.), quando afirma que: tanto os autores da Escola Clássica quanto K. Marx “olham o processo produtivo como um fenômeno de acumulação de capital, onde o progresso técnico está “incorporado” nos novos equipamentos produtivos que vão se agregando ao sistema econômico, àquele aparece como um subproduto da acumulação, quer dizer, se trata de algo exógeno (o grifo é meu) ao sistema econômico que não requer ser “explicado”.”

Por outro lado, entre 1870 e a I Guerra Mundial (1914-1918), a doutrina econômica do liberalismo refinou-se, originando a Escola Neoclássica. Esta, por sua vez, praticamente não deu nenhuma contribuição expressiva em relação ao tema do progresso técnico.

No entanto, contrastando com o pensamento teórico dominante nesse período, há o fato evidente da profunda aceleração da mudança tecnológica, desde a metade do século XIX até, pelo menos, a grande depressão capitalista de 1929-1933. Neste período, ocorreram profundas transformações econômicas nos países centrais - em particular nos Estados Unidos, na Alemanha e no Japão - que deslocaram da Inglaterra a hegemonia econômica exercida no mundo, praticamente desde o advento da I Revolução Industrial.

Foi nessa nova fase do capitalismo (posterior ao capitalismo concorrencial inglês), denominada de capitalismo industrial, que consolidou-se os sistemas econômicos nacionais dos países que formariam o clube das economias desenvolvidas no século atual. (FURTADO, 1974, p. 23) Centralização das decisões econômicas, através da proeminência do sistema bancário, concentração do poder econômico nos países centrais e o surgimento das grandes empresas ou conglomerados internacionais - que, atuando de forma oligopolista, construíam e gerenciavam grandes projetos industriais e de serviços visando obter economias de escala; e coordenando a expansão desses projetos em escala internacional - constituíam-se em importantes características dessa nova fase.

Essas transformações econômicas foram fortemente apoiadas e impulsionadas por um conjunto de inovações e difusões de processos, produtos e de mudanças nos métodos organizacionais (surgimento e desenvolvimento do Taylorismo, esse muito mais abrangente, e do Fordismo), com base numa vasta aplicação dos conhecimentos científicos nos processos produtivos de grande escala. À nova base industrial que, inicialmente, passou a concentrar-se nas indústrias químicas, siderúrgicas (em particular a produção de aço) e elétricas, agregou-se,

mais tarde, todo o complexo industrial, tendo como núcleo a fabricação em série dos produtos da indústria automobilística.

Entretanto, para compreender melhor a evolução operada no tratamento conceitual dado ao tema do progresso técnico, convém analisar mais detidamente o instrumental teórico dos economistas neoclássicos, pois também do uso (indireto) desse instrumental começaram a surgir indícios bastantes evidentes da importância da mudança tecnológica na dinâmica do processo de crescimento econômico.

Os precursores da Escola Neoclássica (Carl Menger, Jevons e Léon Walras, dentre outros) ao negarem a teoria do valor-trabalho, proposta pelos clássicos, substituiu-a por outra que introduziu na análise econômica um fator subjetivo, ou seja, a utilidade de cada bem de satisfazer as necessidades humanas, levando a crer que o mecanismo da concorrência, com base na interação entre a oferta e a demanda dos bens, seria a força reguladora da atividade econômica que, por si, tenderia a estabelecer o equilíbrio estático entre o produzido e o consumido no mercado.

Os postulados básicos desse corpo teórico são o da concorrência perfeita e o da ausência de crises agudas perturbadoras do processo econômico, salvo em situações de acidentes ou erros de percurso.

O arcabouço teórico dos neoclássicos apóia-se na chamada *função de produção*, que na sua formulação original, foi assim apresentada por Charles Cobb e Paul Douglas:

$$Q = c K L^{1-\alpha}$$

onde: Q se refere ao produto ou valor agregado, K e L são, respectivamente, os insumos de capital e de trabalho empregados no processo produtivo, c representa uma constante estatística e α é a elasticidade do produto com relação a ocupação.

O que interessava aos autores, naquele momento, era investigar por que as participações relativas de capital e trabalho na distribuição da renda permaneciam constante ao longo do tempo quando ficava claro que a relação capital/trabalho estava aumentando no curso dos anos. (KATZ, s. d., citando COBB & DOUGLAS (1927))

Por isso, a função de Cobb & Douglas, na sua formulação original, ao não incorporar o tempo, não preocupava-se com o crescimento econômico, no longo prazo, de uma dada economia. Além disso, não colocava nenhuma questão relacionada com o tema da mudança tecnológica. (KATZ, s. d.)

Tendo isto em vista, em 1942, J. Tinbergen procurou incorporar o tempo na função original e, ao incorpora-lo, especificou “a mudança tecnológica como “desincorporada” e “neutra” entre fatores de produção.” (KATZ, s. d., citando TINBERGEN (1942)) Nesse sentido, a formulação anterior assumiu a seguinte configuração:

$$Q = c' K^\alpha L^\beta e^{\lambda t}$$

onde λ constitui um estimador da taxa de mudança tecnológica, que conduz ao deslocamento da função de produção, através do tempo t .

R. Solow, em 1957, realizou um interessante exercício de estimação dessa taxa de mudança tecnológica (ou “resíduo”, como ficou conhecido) para o caso da economia norte-americana, no período compreendido entre 1900 e 1940. Esse trabalho produziu um notável impacto ao revelar que apenas 15% do crescimento observado no produto se “explicava” pelo incremento ponderado de fatores utilizados na economia; enquanto os 85% restante eram provenientes de mudanças no estado da arte prevaiente. (KATZ, s. d., citando SOLOW (1957)). Ou seja, o “resíduo”, na realidade, representava um agregado com significativa importância na explicação do crescimento econômico. Que agregado, portanto, seria esse? Quais seriam os seus principais elementos constitutivos? Qual a natureza desses elementos?

A Teoria Neoclássica, entretanto, nunca deu uma resposta satisfatória à essas questões. Por outro lado, tão pouco era essa a preocupação central dos seus autores.

Foi SCHUMPETER (1975, Cap. 7), no entanto, que ao formular uma crítica ao modelo neoclássico de equilíbrio competitivo começou a abrir o caminho para uma reflexão e entendimento mais acurado do papel *endógeno* exercido pelo progresso técnico na dinâmica econômica. Ainda em 1911, Schumpeter alertou para a importância de se observar o processo de desenvolvimento como um fenômeno dinâmico; e não de forma estática, como era proposto pelos autores neoclássicos. Esse processo alternaria fases de ascensão, auge e descenso (o chamado ciclo econômico). Dessa forma, o desenvolvimento era um fenômeno distinto, inteiramente estranho ao que pode ser observado no fluxo circular ou na tendência

para o equilíbrio. Seria uma mudança espontânea e descontínua nos canais do fluxo, perturbação do equilíbrio, que altera e desloca para sempre o estado de equilíbrio previamente existente. (SCHUMPETER, 1982, Cap. 2, p. 47)

O agente econômico central, impulsionador dessa dinâmica de desequilíbrio, estaria representado na figura do *empresário inovador*. Seria esse agente que, para Schumpeter, ao introduzir novos produtos no mercado; utilizar novas técnicas e métodos de organização da produção e do trabalho e fazer uso de novos meios de comunicação, etc., conseguiria alterar o estado de equilíbrio econômico pré-existente.

Outra importante contribuição de Schumpeter foi ter realçado a existência de três fases distintas no processo de inovação: invenção, inovação, propriamente dita, e difusão de processos e produtos.

Embora não considerando a invenção como endógena ao sistema; não examinando a atividade inventiva como uma atividade contínua - como se a natureza, tempo e outros aspectos relacionados a esta não importasse para as fases schumpeterianas subseqüentes; e, nem tão pouco, alargando a compreensão dos encadeamentos existentes entre as diferentes fases constitutivas, o modelo schumpeteriano alargou sobremodo, sem dúvida, o entendimento do processo de inovação. (ROSEMBERG, 1976, p. 79-80)

Muito embasado nos esforços teóricos iniciais de J. Schumpeter, desdobraram-se, a partir da década de 70, novas abordagens analíticas e conceituais que, ao mesmo tempo que enriqueceram o modelo schumpeteriano de visão do processo de inovação, caminharam no sentido da concepção de um corpo teórico mais sólido desse processo. Nesse sentido, novas categorias analíticas foram propostas e testadas. Nesta linha de entendimento dessa problemática, destacam-se os chamados autores *neo-schumpeterianos*.

De acordo com SANT'ANA (1990, p. 4), os esforços de qualificação do tema do progresso técnico realizados pelos neo-schumpeterianos conduziram a elaboração de um referencial renovado e enriquecido para o tema, a partir de uma perspectiva de análise evolucionista. Nesse sentido, foram elaborados os conceitos de "trajetórias naturais" (NELSON & WINTER, 1977), "paradigmas tecnológicos" (DOSI, 1982) e de "imperativos e convergência tecnológica". (ROSEMBERG, 1976, 1982)

Dessa forma, avançou-se no entendimento de que o processo de inovação, que conduz à maturidade tecnológica nos fatores de produção de uma fábrica, firma, indústria, setor ou de uma economia, de uma maneira geral, deve ser enquadrado no seu contexto histórico-evolutivo. Esse contexto, por sua vez, seria condicionado pelas características de cada tecnologia ou conjuntos de tecnologias. Nesse sentido, a trajetória tecnológica dominante conformaria um paradigma tecnológico que, entretanto, tenderia para um estado limite de progresso, a partir do qual (e no interior de um processo de crise cíclica da economia) seriam geradas novas tecnologias que, por sua vez, tenderiam a estabelecer outras trajetórias que consolidariam, no decorrer de sua evolução, um novo paradigma com preponderância sobre o anterior.

Além dessa formulação mais geral, passou-se a fazer distinção entre inovações de maior ou de menor impacto no processo produtivo. Essas, para serem geradas, necessitariam, uma e outra, de habilidades específicas distintas. As primeiras, por serem de maior envergadura, necessariamente seriam geradas por núcleos de pesquisa e desenvolvimento; enquanto as demais, por grupos com capacitação técnica mais próximos das atividades de engenharia.

Com isso, revelou-se a percepção de que as mudanças tecnológicas, no transcorrer das fases do processo inovação, também podem resultar, além de uma invenção externa ao contexto do paradigma, como assinalava as teses schumpeterianas, de melhoramentos progressivos das soluções técnicas existentes no seu interior que, por sua vez, seria parte integrante de um processo de aprendizado que apresenta reflexos mais amplos sobre o crescimento econômico.²

Esses avanços teóricos, que deram um novo desenho e conteúdo à mudança tecnológica, se, por um lado, contribuíram no sentido de dar maior clareza ao tratamento conceitual do tema, por outro, trouxeram novos problemas metodológicos e práticos inerentes ao assunto. Exemplo disso fica explícito na seguinte afirmação: “a partir do momento em que se expande a noção de inovação, no sentido de considerar todas as mudanças técnicas introduzidas nos vários fatores de produção a nível de fábrica, empresa, indústria, setor e economia, abre-se, no plano teórico, a possibilidade de apreensão do progresso técnico em toda a sua extensão. No

²“El crecimiento económico, en muchos aspectos importantes, es un proceso de aprendizaje, un proceso por medio del cual el factor humano adquiere nuevas habilidades, aptitudes, capacidades y aspiraciones, y el patrón de utilización de recursos que puede llevar al máximo el producto partiendo de un stock de recursos dado, puede o no generar en el agente humano los cambios cualitativos que son más conducentes al crecimiento del producto en los siguientes períodos de tiempo.” (ROSEMBERG, 1979, p. 101)

entanto, do ponto de vista metodológico e prático, aumentaram os problemas. Isto porque, a mudança técnica poderá, então, se manifestar de modo difuso e por um extenso número de formas, em vários estágios da produção” (SANT’ANA, 1990, p. 5)

Além disso, um problema adicional surge quando o papel da mudança tecnológica passa a ser analisado no contexto da expansão industrial dos países periféricos, uma vez que a problematização conceitual vista acima está fortemente centrada em modelos conceituais de estudos da dinâmica das estruturas industriais dos países capitalistas centrais.

Os estudos desenvolvidos pela Comissão Econômica para a América Latina - CEPAL, ainda na década de 40, foram, talvez, os primeiros a apontarem a relação de desigualdade na repartição dos frutos do progresso técnico entre os países centrais e os periféricos, no contexto do amplo processo de acumulação capitalista mundial. A principal conclusão desses estudos foi a da existência de uma tendência à deterioração dos termos de troca entre os países subdesenvolvidos (produtores de matérias primas e produtos agrícolas) e os países industrializados (fabricantes de produtos manufaturados) à medida em que havia um declínio dos preços dos produtos primários como proporção dos produtos industrializados. (CARDOSO, 1980, Cap. 1)

As causas desta tendência para a deterioração dos termos de troca estavam, segundo a CEPAL, na manutenção da maior taxa de produtividade na produção de bens manufaturados em relação a produção dos produtos agrícolas e no não repasse aos preços dos produtos industriais do aumento da produtividade, devido a existência, por um lado, de pressões sindicais (para aumento do nível de salário) e, por outro, da defesa da taxa de lucro feita pelos oligopólios.

A partir deste diagnóstico constatou-se a existência de determinados agentes de produção que interferiam no funcionamento do mercado, impedindo que se desse a transferência das reais vantagens do progresso técnico do centro para a periferia do sistema. Dessa forma, anulavam-se as chamadas vantagens universais do progresso técnico via transferência. Nesse sentido, a tendência ao declínio dos preços dos produtos agrícolas, em condições de ampla oferta de mão-de-obra e com elevação da produtividade, conduzia, na realidade, a uma menor capacidade de acumulação na periferia.

Portanto, deveriam ser promovidas *políticas específicas* para adequar o processo de acumulação dessas regiões periféricas. A industrialização programada, o fortalecimento do Estado e o protecionismo passaram a constituir as palavras de ordem, no sentido de se mudar o padrão de desenvolvimento da América Latina.

No segundo pós-guerra, além da América Latina, inúmeras economias periféricas passaram a experimentar fortes surtos de industrialização. Esse novo padrão de desenvolvimento possibilitou a organização e a montagem, em vários desses países, de amplas e diversificadas bases produtivas; em geral baseadas em um custoso processo de transferência tecnológica, originária dos países centrais. Os resultados, no entanto, foram bastante desiguais entre aquelas as economias. Isso deu motivo para o surgimento de estudos que abordassem com maior profundidade e rigor a questão da mudança técnica naqueles espaços nacionais. Explicar a natureza das desigualdades e as especificidades daquelas economias tornou-se uma preocupação teórica dominante. Os exemplos latino-americanos da Argentina, do Brasil e do México bem como de países localizados em outras regiões do mundo capitalista como, por exemplo, os chamados tigres asiáticos - Hong-Kong, Cingapura, Coréia do Sul e Taiwan, constituíram em casos típicos.

Dessa forma, a natureza desses processos de industrialização e de capacitação tecnológica envolvida passaram a despertar a atenção de uma série de autores, originando vários estudos teóricos e empíricos sobre o assunto.

A literatura que aborda o tema da mudança tecnológica, na perspectiva dos países periféricos, pode ser dividida em dois grandes grupos: “Escola da Dependência” e “Escola do Aprendizado Incremental”. (GUIMARÃES, 1984, p. 15)

Os autores da Escola da Dependência (embora reconhecendo a possibilidade de se deslançar um processo de desenvolvimento econômico nas economias periféricas), sublinham a existência de uma relação de subordinação entre as duas partes do sistema capitalista. De um lado, as economias centrais que apresentam um alto grau de industrialização e desenvolvimento econômico e social (países da Europa Ocidental, USA e Japão) e, de outro, os países periféricos (da América Latina, da África e de parte da Ásia), cujas estruturas econômicas, sociais e políticas possuem características, muitas delas, derivadas, ainda, da condição de ex-colônias. Esse vínculo de subordinação, de acordo com os autores da teoria da dependência, impediria o controle das decisões, por parte das nações

periféricas, sobre suas estruturas de produção, consumo e comercialização. Essas economias, de uma maneira geral, dependem, para o desenvolvimento industrial, de capitais e tecnologias à serem compradas dos países centrais. O processo de financiamento das importações de produtos, processos e métodos de organização da produção e do trabalho nas economias periféricas, para os teóricos da Escola da Dependência, além de criar obstáculos para se gerar um desenvolvimento autônomo, tão pouco contribui para estimular a formação de uma economia exportadora suficientemente forte para cobrir as importações e os empréstimos estrangeiros. Ou seja, sublinham a existência de barreiras estruturais impeditivas para se alcançar o estado de autonomia industrial e tecnológica relativa, pela simples via natural e evolutiva. Essas barreiras, segundo GUIMARÃES (1984, p. 16), e referindo-se à esses autores, estariam relacionadas, à “atrofia, verificadas nas nações em processo de industrialização, das estruturas de oferta de tecnologia e de meios de produção.”

O segundo grupo de literaturas, representado pela chamada “Escola do Aprendizado Incremental”, “ênfatisa o processo de *aprender fazendo* como importante via para os países menos desenvolvidos, conferindo-lhes condições de adquirir um padrão próprio de industrialização e desenvolvimento tecnológico dotado de vantagens comparativas frente aos países centrais para vários produtos e processos.” (GUIMARÃES, 1984, p. 16) Nessa linha de entendimento, a transferência de tecnologia dos países centrais para economias menos desenvolvidas deve ser compreendida como um amplo e variado processo de natureza dinâmica que envolve determinados *mecanismos* que, em alguns casos, permitem que essa transferência se realize, possibilitando o desenvolvimento tecnológico local. Nesse sentido, a discussão desses mecanismos torna-se alvo de interesse.

Sendo assim, a Escola do Aprendizado Incremental procura explorar, no contexto da dinâmica do processo de mudança tecnológica, os múltiplos tipos de aprendizados envolvidos, tendo em vista as trajetórias tecnológicas das firmas, indústrias, empresas ou setores que compõem a economia de um país ou região. Cada firma, ramo ou setor produtivo estariam submetidos a determinadas condições de natureza diversa (institucionais, econômicas, culturais e sociais) facilitadoras (ou não) do processo de mudança.

KATZ (s. d.), por exemplo, fala na existência de quatro conjuntos de variáveis que determinam a “trajetória tecnológica” da firma local, ou seja, que condicionam o ritmo e a natureza da mudança tecnológica incremental que esta “busca” e incorpora através do tempo.

São elas: 1. as variáveis natureza idiossincrática e microeconômica determinadas pelas circunstâncias estritamente particulares da planta fabril e dos produtos individuais por esta elaborados. Estariam ligadas aos esforços de natureza física implementados no sentido de se eliminar “gargalos” produtivos, em busca da melhoria do nível de eficiência do conjunto dos equipamentos produtivos e dos seus produtos; 2. variáveis que derivam do “clima competitivo” que reina na indústria; caracterizadas por, pelo menos, duas situações distintas, tipo: o monopólio e a concorrência imperfeita com diferenciação do produto. Essas situações podem conduzir, dependendo da morfologia do mercado, a situações distintas de capacitação tecnológica das firmas; 3. variáveis referentes aos grandes preços da economia, ou seja, as de índole macroeconômica (taxa de juro, tipo de câmbio, nível do salário real, taxa de proteção efetiva, etc.). Essas variáveis que, de uma maneira geral, estão fora do controle das firmas, também influenciam sobretudo no seu processo de capacitação; 4. o quarto, e último, conjunto de variáveis está relacionado com a informação que a firma recolhe acerca do que está ocorrendo na fronteira do conhecimento tecnológico internacional, em seu campo específico de ação, e na maior ou menor capacidade que toda instituição tem para “decodificar” a informação recebida, em função de suas próprias necessidades.

Dessa forma, sem perder de vista o processo mais geral de expansão capitalista, torna-se fundamental, nesse momento, ter maior clareza da forma e da natureza como se opera, na prática, o processo de mudança tecnológica, para que se possa avançar um pouco mais no entendimento da sua importância para o desenvolvimento sócio-econômico de um espaço nacional, ainda que esse esteja inserido no complexo contexto atual da expansão e da transformação capitalista no mundo.

Por outro lado, além das abordagens acima, existem outras conceituações que, de certa forma, complementam as anteriores. Nesse rol, destacam-se os estudos desenvolvidos pelos autores da moderna escola da chamada *economia institucional*,³ e outros, também recentes, ligados à *sociologia industrial*.

³Em sua concepção original, os chamados institucionalistas procuravam desenvolver uma análise econômica baseada nas estruturas, regras e comportamentos de instituições como empresas, cartéis, sindicatos, o Estado e seus organismos. Ressaltavam o papel da estrutura e da organização política e social, enfim, do ambiente institucional, na determinação dos acontecimentos econômicos. Para esses, são os instintos e costumes que movem o comportamento econômico, não no sentido da competição pelo mercado, e sim por riqueza e poder. VEBLEN (1966).

O pensamento econômico da escola de economia institucional, desenvolvido nas obras de autores como CYERT & MARCH (1963), MARCH & SIMON (1972) e WILLIANSO (1970, 1985), apresentam um enfoque do processo de mudança tecnológica mais centrado nos mecanismos inerentes às estruturas e ao funcionamento organizacional das firmas. Estas, por sua vez, são vistas como complexas organizações sociais, com razoável grau de coordenação (interna e com o meio ambiente) e elevada especificidade estrutural, mas que, por outro lado, possuem uma *racionalidade limitada*.

Nesse sentido, as estruturas organizacionais e as práticas convencionais das firmas teriam importantes efeitos sobre os seus objetivos, a formação de suas expectativas e sobre o processo de tomada de decisões, a partir das alternativas disponíveis. Além disso, este processo mais geral seria profundamente influenciado pelos chamados *limites cognitivos* da sua racionalidade, que afetariam os processos a partir dos quais se operam as mudanças e a elaboração de programas nas organizações.

Dessa forma, as organizações, além de produzirem bens e serviços, seriam entidades que gerariam e transmitiriam conhecimentos tecnológicos. Este processo, por sua vez conduziria, gradativamente, ao acúmulo de experiências. Por outro lado, é o próprio reconhecimento de sua limitada racionalidade que levaria as firmas a despenderem recursos com a realização de atividades de tomada de decisão, inclusive as relacionadas com a pesquisa e o desenvolvimento de produtos e processos, bem como com a formação dos seus recursos humanos.

O avanço do conhecimento tecnológico, por outro lado, conduz a necessidade permanente de mudanças no processo de tomada de decisões técnicas no interior das organizações. Esse processo tem se acentuado atualmente devido, principalmente, ao novo contexto produtivo e social, em particular, em função da ampliação das possibilidades do uso de novas tecnologias no ambiente de trabalho (principalmente, com o avanço da automação e do uso generalizado da informática). Nesse sentido, não só as macro-decisões tomadas pelos altos escalões das empresas, definidoras das estratégias mais gerais da organização da produção e do trabalho e do relacionamento com a sociedade, teriam relevância mas, também, as micro-decisões ao alcance do pessoal “menos qualificado”.

De acordo com os estudos mais recentes ligados à sociologia industrial, tornou-se fundamental, no atual momento, “propor uma capacitação técnica coletiva, isto é, um novo

grau de Cultura Técnica”, definida como: “*o pano de fundo das decisões técnicas dentro da empresa, seja ao nível de engenharia, seja ao nível das oficinas. Ela é o reservatório de saber partilhado intersubjetivamente pelos agentes técnicos de uma organização, ao qual remetem os enunciados técnicos, por ocasião de uma tomada de decisão*” Essa cultura, por outro lado, depende dos *paradigmas internacionais*, das *normas internas de uma empresa* e das *características sociais de um país*. Portanto, ela não está ao alcance de organizações que se isolem. Ela é *socialmente construída*: depende de inúmeros agentes sociais, como fornecedores, os clientes, os consumidores, os educadores, os legisladores, os funcionários públicos, os sindicalistas, etc. (VALLE, 1995)

Nesse sentido, ao *saber profissional* deve ser adicionado mais dois elementos externos à empresa, porém com profundas implicações nas condições e nas finalidades do seu processo produtivo e, portanto, sobre a sua produtividade sistêmica, ou seja, o *saber social* e a atividade *comunicacional*. O primeiro elemento tem por objetivo o desenvolvimento da sociedade ou, segundo outra formulação, fornecer uma inteligência da dinâmica das relações sociais. Já a atividade *comunicacional* participa de dois campos: o da realização de um acordo intersubjetivo sobre a *validade* dos objetivos de produção, que, necessariamente, ocorre no campo da linguagem; e o campo do desenvolvimento das individualidades. (ZARAFIAN, 1990)

Essa nova visão⁴ coloca, como foi observado por VALLE (1995a), grandes desafios à serem enfrentados. Dentre outros, o mais importante, talvez seja, o relacionado ao modo de realização do processo de modernização industrial, no atual estágio de transformação produtiva e tecnológica, na medida em que essa transformação se faça com a exigência básica da não exclusão social.

Provavelmente, vencido este desafio, estaria dando-se os primeiros passos na direção da criação de “instituições capazes de gradualmente reduzir a subordinação da produção ao lucro,

⁴ Inscrita num novo movimento de flexibilização das atividades, no âmbito da produção e do consumo de mercadorias. Nesse sentido, define-se dois tipos de flexibilidade: a estática, “requerida por situações em que se deve responder à maior variedade da demanda, contando-se com a possibilidade de antecipar essa variedade...e a flexibilidade dinâmica, requerida nas situações em que a demanda não pode ser antecipada.” (ZARAFIAN, 1990) Além do primeiro tipo de flexibilidade, é o segundo tipo que mais interessa na atualidade ao setor elétrico; constituindo-se num dos principais desafios, particularmente no que diz respeito as estratégias decisórias das firmas atuantes na indústria da eletricidade, na medida em que cresce enormemente o grau das incertezas no ambiente de negócios. Um elemento central para superação desse obstáculo, para elevar sua flexibilidade dinâmica, seria o aprofundamento da cooperação nessa indústria, entendida como “a construção de compromissos mútuos de longo prazo, que garantam relações estáveis e comunhão de objetivos...” (BICALHO, 1993, p. 33)

acabar com a miséria, diminuir a desigualdade, remover as barreiras sociais à educação e minimizar a ameaça burocrática ou totalitária às liberdades democráticas.” (ROTTY, 1995)

Os parágrafos precedentes cuidaram de tratar dos aspectos mais amplos atinentes a natureza e às formas de abordagem da mudança tecnológica pelas principais escolas do pensamento econômico. Nesse sentido, perdeu-se de vista aspectos mais específicos, porém não menos importantes, relacionados ao tema abordado.

No próximo item realiza-se um exercício de ordenação dos conceitos chaves que auxiliarão no desenvolvimento posterior do trabalho.

1.3 Categorias Analíticas do Processo de Inovação

PEREZ (1986), em um artigo voltado para a explicitação do componente tecnológico nos estudos prospectivos, partindo da distinção schumpeteriana entre invenção, inovação e difusão, introduziu certas formas de categorização que permitem uma análise sistemática das amplas transformações tecnológicas nas diversas esferas da atividade econômica.

A *invenção*, de um novo produto ou processo tecnicamente viável, ocorre na esfera científico-técnica e pode permanecer ali para sempre. A *inovação*, entretanto, tem um sentido econômico, e ocorre quando se dá a primeira introdução comercial da invenção na esfera técnico-econômica, como um fato isolado, cujo futuro será decidido no mercado. A dimensão, no entanto, que transforma o que foi uma invenção num fenômeno econômico-social é a *difusão*.

O ritmo do processo de difusão de certas inovações importantes, que, para a autora, seria o mais importante em termos de impacto global, é influenciado pelas variáveis econômicas, sociais e políticas do meio que envolve o processo de mudança tecnológica.

Distingue-se dois tipos de inovações: a *incrementais* e as *radicais*. As primeiras são melhoras sucessivas a que são submetidos todos os produtos e processos (aumento de eficiência técnica, produtividade, precisão dos processos, melhora na qualidade dos produtos e do ambiente de trabalho, redução dos custos de produção, ampliação das possibilidades de uso dos produtos, etc.) que “modificam os coeficientes da matriz insumo-produto sem, no entanto, transformar sua estrutura”. (PEREZ, 1986, p. 45, citando FREEMAN (1984)) A lógica da dinâmica deste tipo de inovação, como mencionou-se anteriormente, foi denominada de “trajetória natural” ou de “paradigma tecnológico”.

As inovações radicais, por sua vez, consistem na introdução de produtos ou processos verdadeiramente novos, capazes, inclusive, de gerarem novas indústrias. Por definição, caracterizam-se por uma ruptura capaz de iniciar um rumo tecnológico novo. Dessa forma, as inovações radicais tenderiam a transformar a estrutura da matriz insumo-produto, agregando novas colunas e novas linhas.

Por outro lado, como as transformações verdadeiramente significativas surgem da interação entre inovações, outras categorias analíticas foram pensadas, tais como a de *sistemas* e a de *revoluções tecnológicas*. Os sistemas tecnológicos são constelações de inovações de insumos, produtos, processos e métodos organizacionais e gerenciais, estruturadas e inter-relacionadas técnica, social e economicamente, que afetam vários ramos do aparato produtivo. (PEREZ, 1986 citando KEIRSTEAD (1948)) Nesse sentido, um novo sistema tecnológico se estabeleceria a partir de uma lógica de encadeamento de sucessivas inovações radicais, inter-relacionadas em uma trajetória natural global.

Quando uma constelação de sistemas tecnológicos possui uma evidente capacidade de transformar radicalmente todo o aparato produtivo, gerando mudanças fundamentais no comportamento dos agentes econômicos, diz-se que se está diante de uma revolução tecnológica.

À essas categorias analíticas somam-se outras, também de natureza explicativa, porém, mais voltadas à explicitação das especificidades tecnológicas dos chamados países de industrialização recente: Brasil, México, Argentina e os chamados tigres asiáticos. GUIMARÃES (1984), por exemplo, sublinha a importância de, pelo menos, dois conceitos fundamentais que permitem tornar mais claras as diferenças entre os processos de inovação tecnológica verificados nos países mais desenvolvidos e nos países de industrialização recente: o de *fronteira tecnológica* e o de *base tecnológica*.

A fronteira tecnológica compreende o conjunto de tecnologias, de toda natureza, *efetivamente em uso* e, portanto, incorporadas a produtos existentes no mercado e a processos produtivos, realmente praticados, que incorporam a última inovação introduzida em cada indústria e em cada mercado.

A base tecnológica (cujo *locus* abrange as empresas locais de todos os setores e ramos, instituições e laboratórios de P&D, universidades e instituições governamentais e *expertises*

peçoais de grupos acessíveis àquelas empresas e instituições) constitui o conjunto de tecnologias, de qualquer natureza, efetivamente dominado, isto é, passível de ser reproduzido, alterado ou aperfeiçoado por aquele que o domina, e, além disso, esteja disponível para imediata introdução, ou já introduzido, no sistema produtivo. Nesse sentido, a base tecnológica pode ser identificada com a capacidade de inovação, diferentemente da capacidade de produção, que apenas traduz a viabilidade de uso da tecnologia por parte de quem detenha esse conhecimento.

GUIMARÃES (1984) identifica três instâncias que, tendo em vista as categorias assinaladas, caracterizariam a posição de um país específico do ponto de vista tecnológico: a *fronteira tecnológica externa* que, com razoável aproximação, pode ser associada aos países desenvolvidos líderes, a *fronteira tecnológica interna*, que seria um atributo da economia em consideração e, por último, a *base tecnológica interna*, também referida ao espaço econômico considerado.

Tomando-se como referência esta configuração explicativa geral do processo de inovação, teria-se o seguinte esquema: nos países desenvolvidos as etapas schumpeterianas (invenção-inovação-difusão) apresentam-se nessa mesma ordem trazendo, como corolário, o tangenciamento entre a base e a fronteira tecnológica. Já nos países de industrialização recente essas etapas aparecem, em geral, alteradas em sua seqüência. O processo tem início, via de regra, pela fase de difusão, conformando a fronteira tecnológica interna, quando são introduzidas as inovações na estrutura interna da produção, usualmente à partir de empresas estrangeiras, raramente via compra *strictu-sensu* de tecnologia por parte de empresas nacionais, e, mais freqüentemente, via licenciamento ou subsidiárias. Tem seqüência num processo de aprendizado e de inovações secundárias (ou incrementais) que ocorre nos diversos componentes que tomam parte da base tecnológica. Essa fase (que caracteriza não apenas atividades de P&D, mas também de engenharia de processos e produtos, etc.) tende a deslocar para cima a base tecnológica interna podendo, muito eventualmente, produzir pontos de contatos com a fronteira tecnológica, mas, em geral, mantendo o hiato entre ambas; hiato que traduz-se, simplesmente, no domínio apenas parcial das tecnologias em uso. Esse processo termina, de forma pouco comum, na fase de inovações primárias (ou radicais).

1.4 A Indústria da Eletricidade e sua Inserção no Processo de Inovação Tecnológica

De uma maneira geral, uma empresa industrial ou de serviços insere-se no ambiente produtivo de forma articulada à outros segmentos do mercado; seja através de fortes relações de compra e venda de produtos; seja por meio dos fluxos tecnológicos inerentes às diversas atividades do seu ramo empresarial. Entretanto, algumas empresas, mais que outras, apresentam uma articulação muito mais acentuada derivada, entre outros fatores, das características do produto à ser fabricado e comercializado e do peso ou da importância dessa atividade produtiva na economia do país ou região. As empresas de energia elétrica enquadram-se perfeitamente nesta situação e, pelo menos até bem recentemente, quando inseridas estrategicamente na economia de um país, constituíam-se em verdadeiras indústrias motoras que impulsionavam o crescimento e o desenvolvimento daquele espaço econômico, desde que estrategicamente organizadas para tal finalidade e adequadamente estruturadas para gerar e absorver o progresso tecnológico indispensável para alcançar seus objetivos.

Em diversos países, as empresas de prestação de serviços públicos de energia elétrica⁵, devido a sua importância tecnológica, econômica e social, passaram a se organizar como verdadeiros setores formadores de uma portentosa indústria.

Denomina-se Setor Elétrico a um grupo de empresas e órgãos de natureza legal e normativa, *institucionalmente* formalizados, visando à regulação empresarial e à execução de diversas atividades voltadas para produzir e comercializar energia elétrica. Esse setor, em função de sua natureza produtiva e comercial, articula-se organicamente ao seu meio ambiente; seja através da compra e venda de produtos ou serviços, seja por intermédio da troca de informações básicas à formação e ao desenvolvimento das suas atividades. Nesse sentido, destacam-se como atores importantes no contexto das suas relações: as empresas pertencentes ao parque industrial fornecedor de equipamentos diversos necessários à realização das atividades, direta e indiretamente, ligadas à geração, transmissão, distribuição e utilização de energia elétrica; os fornecedores de serviços de consultoria, projetos e construção civil; os segmentos que realizam atividades de pesquisa e desenvolvimento e de formação e especialização de pessoal; e os compradores da eletricidade ou clientes finais, razão de ser da própria atividade.

⁵ Para fins de classificação e contabilização das informações que compõem o Sistema de Contas Nacionais, a Organização das Nações Unidas - ONU recomenda considerar as atividades de produção e distribuição de energia elétrica como sendo Serviços Industriais de Utilidade Pública. Esses serviços compreenderiam o conjunto de empresas geradoras ou distribuidoras de energia elétrica. (BRASIL, 1989).

À esse conjunto, cuja organização e dinâmica produtiva seriam lideradas por um grupo de empresas motrizes, no caso as empresas de geração, transmissão e distribuição de eletricidade, dá-se a designação de "complexo elétrico" (RIBEIRO, 1994, citando ERBER (1988))⁶, onde não só as relações mais significativas de compra e venda de mercadorias seriam levadas em conta mas, também, os fluxos internos de tecnologia. Esse fluxo, por sua vez, pode ser definido como "a transferência dos conhecimentos detalhados sobre insumos, processos, equipamentos e produtos entre os diversos componentes do sistema tecnológico". (BRASIL, 1971) Normalmente, o objetivo final dessa transferência de conhecimentos são as unidades produtivas industriais, comerciais, de agricultura ou de serviços.

O esquema a seguir ilustra de forma hipotética o fluxo tecnológico nessa indústria.

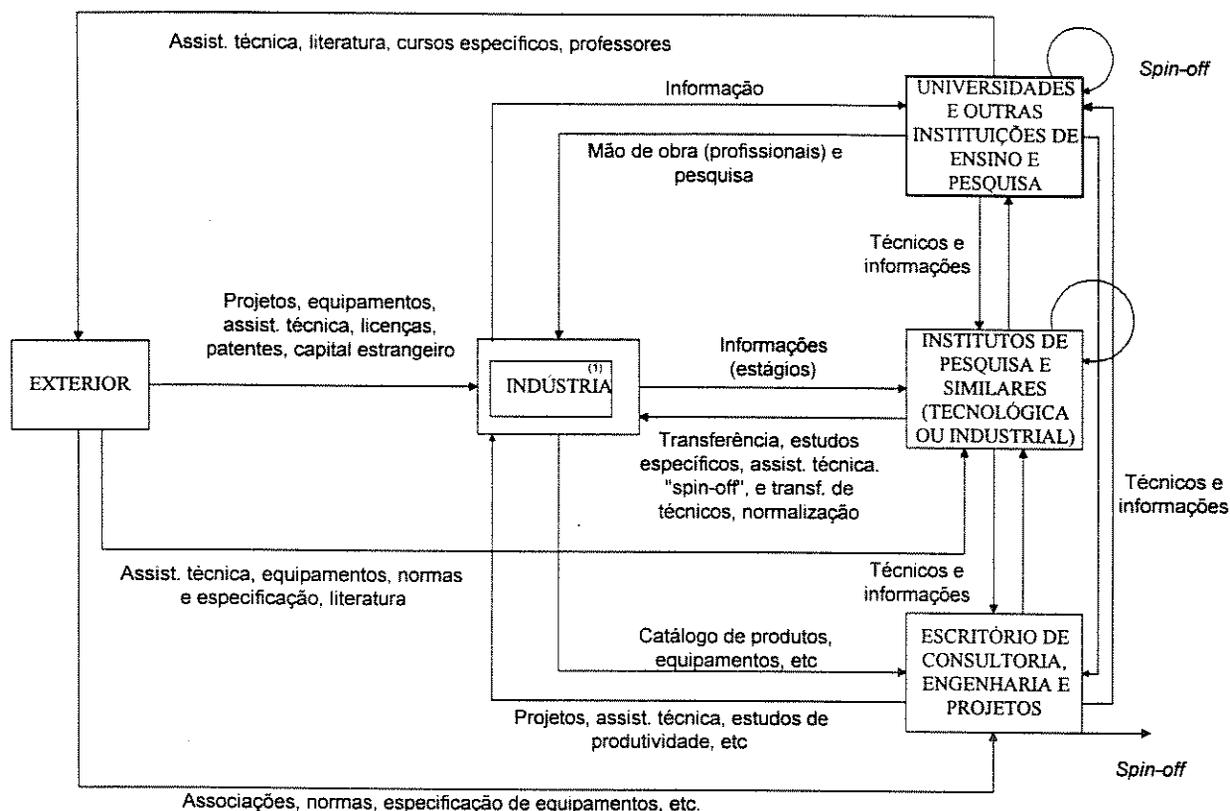
Durante o processo de formação histórica da indústria da eletricidade no Brasil, essa assumiu várias configurações que decorriam, por um lado, das dotações internas de recursos (humanos, físicos e financeiros) e, por outro, da forma de articulação da economia brasileira à economia internacional. Atualmente, essa indústria pode ser visualizada como sendo centralizada pelas concessionárias nacionais (federais, estaduais, municipais e privadas) que prestam serviços públicos nas atividades de fornecimento e comercialização de eletricidade, organicamente ligadas aos fornecedores nacionais e internacionais de bens de capital, às empreiteiras de construção civil, às firmas brasileiras de consultoria e projetos e aos consumidores de energia elétrica.

Se agregar-se ao complexo mencionado acima os novos entrantes potenciais nas atividades ligadas à geração, transmissão e distribuição de eletricidade e, além disso, as empresas produtoras de bens substitutos da energia elétrica, tem-se, numa primeira aproximação, o que PORTER (1980), em uma análise sobre estratégia e competitividade industrial de países com forte tradição de economia de mercado, denominou de indústria em seu ambiente de forças competitivas. No caso, a indústria da eletricidade.⁷

⁶ Um complexo industrial é "um conjunto de indústrias que se articulam, de forma direta ou mediatizada, a partir de relações significativas de compra e venda de mercadorias à serem posteriormente reincorporadas e transformadas no processo de produção." (HAGUEMAÜER, 1984)

⁷ Evidentemente, o grau de concorrência nesse mercado é determinado, de um lado, pela forma de regulação a que o setor elétrico normalmente está submetido e, de outro, pelo tipo de organização econômica dos demais atores atuantes na indústria. Este setor é tradicionalmente considerado como uma forma de monopólio natural. No Brasil e em diversos países esse monopólio é exercido, na maioria dos casos, por empresas estatais, o que, se de um lado, traduziu-se numa ausência de concorrência, por outro, foi fundamental no sentido da modernização das empresas atuantes. Além disso, as empresas fornecedoras de bens de capital, principalmente as

ESQUEMA DOS FLUXOS DE INFORMAÇÕES SOBRE TECNOLOGIA



(1) Entre as indústrias se processa um fluxo de tecnologia "implícito" nos produtos e nos equipamentos vendidos.
 FONTE: IPEA. *Pesquisa Tecnológica no Brasil. Análise de Cinco Institutos Oficiais*. Rio de Janeiro, Grupo de Trabalho de Pesquisa Tecnológico, IPEA, 1971.

No interior dessa indústria se processa um fluxo de tecnologia implícito nos projetos e obras executadas, nos equipamentos e outros produtos comercializados, nas assistências técnicas realizadas, no fluxo de mão-de-obra especializada através da indústria, etc. Além disso, pode afluir informações tecnológicas de mais quatro fontes principais, como apresentado naquele esquema: 1) as universidades e outras instituições de ensino e pesquisa, em particular as de ensino superior e médio, fontes supridoras de safras sucessivas de mão-de-obra especializada; 2) institutos de pesquisa e similares; 3) escritórios de engenharia, de projetos e/ou de consultoria; 4) dos países estrangeiros; em geral, mais desenvolvidos e em estágio adiantado de industrialização, ou mais especializado num determinado ramo industrial.

internacionais, atuam de forma oligopolizada, o que dificulta o estabelecimento de uma efetiva e necessária concorrência nesse ramo industrial.

Entretanto, não pode se perder de vista o fato dessa indústria, em particular as concessionárias de energia elétrica, apresentarem certas particularidades no contexto do processo de inovação, em especial relacionadas às fontes de conhecimentos de tecnológicos.

1.4.1 Tipologia do Processo de Inovação Industrial: o Caso da Indústria da Eletricidade.

Recente estudo de avaliação do estágio atual do processo de capacitação tecnológica em empresas líderes, escolhidas dentro de setores-chaves da economia brasileira, classificou da seguinte forma os setores, tendo em vista a adoção do progresso técnico: intensivos em ciência (computadores, farmacêutico, sementes, etc.), fornecedores especializados (autopeças, bens de capital seriados, bens de capital sob encomenda) e intensivos em escala (siderurgia, petróleo, agro-indústria do açúcar e do álcool, etc.). (DEPARTAMENTO DE POLÍTICA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, 1993, citando PAVITT (1984))

Os setores intensivos em ciência, de acordo com esse estudo, possuem uma estrutura de mercado essencialmente oligopolizada, onde existe forte tendência para a concentração como forma de sobrevivência das empresas, num universo extremamente competitivo. São associados a três fontes importantes de conhecimentos científicos e tecnológicos de ponta: a micro-eletrônica, a química e a biotecnologia. Parte dos conhecimentos necessários é gerada pelas empresas privadas e parte por instituições públicas de pesquisa ou universidades. Nesses setores, a questão da apropriação tecnológica é extremamente relevante, uma vez que os custos de P&D são muito elevados.

Os fornecedores especializados são fortes absorvedores e disseminadores da tecnologia fornecida pelos setores intensivos em ciência, em particular a micro-eletrônica. O tipo básico de conhecimento desenvolvido por essas indústrias está associado à engenharia de produto e, em menor grau, a engenharia de processo. Nesse caso, a relação **fornecedor-usuário** tem sido colocada como fundamental para a evolução do processo de inovação. Nesse sentido, a qualificação dos usuários tem assumido uma significativa importância no processo de inovação tecnológica.

Já nos setores intensivos em escala, que se caracterizariam por uma forte oligopolização, as barreiras à entrada dependem, além das grandes escalas de produção, do acesso às matérias primas. Soma-se a isso, o domínio da tecnologia de processo (incluindo-se as engenharias básica, de detalhe e de processo) como um fator determinante do desempenho produtivo. Da difusão dos conhecimentos em engenharia de produção, em escala internacional, durante as

décadas de 70 e 80, passou-se a presenciar, mais recentemente, uma importante introdução nesses setores da micro-eletrônica e da tecnologia da informação, com conseqüente elevação da produtividade e, em alguns casos, da diversificação dos processos utilizados e da pauta de produtos e serviços gerados. Entretanto, as principais vantagens competitivas nesses setores estariam, particularmente em relação aos países do terceiro mundo e, pelo menos até bem recentemente, nos custos dos fatores (matérias primas, mão de obra, energia e meio ambiente). Por outro lado, no entanto, já na década de 80, começou a se evidenciar uma forte tendência para a reversão desse quadro, na medida em que a sustentabilidade ambiental passou a ser mais valorizada e, com isso, questionando o avanço irrestrito sobre o acervo de recursos naturais. Isso, para a América Latina, é de fundamental importância, na medida em que a região possui um posicionamento favorável nesse aspecto, no que diz respeito à busca de uma maior competitividade internacional nessa área.⁸

A indústria da eletricidade é caracterizada, de um lado, por uma forte presença de um setor intensivo em escala (concessionárias de energia elétrica) sob controle governamental, em articulação, à jusante, com os consumidores, usuários de aparelhos eletro-eletrônicos e, à montante, com os fornecedores especializados (fabricantes de bens de capital seriados e sob encomenda) nacionais e, preponderantemente, internacionais. Esses dois setores seriam vistos, do ponto de vista da inovação, como importantes demandantes de produtos dos setores intensivos em ciência (em especial da micro-eletrônica); sendo que, os fornecedores especializados, normalmente, tem sido os grandes difusores dos conhecimentos tecnológicos também para o setor elétrico.

Pergunta-se: os fornecedores especializados e os setores intensivos em escala seriam tão somente receptores e difusores das inovações tecnológicas geradas pelos setores intensivos em ciência? ERBER (1988) responde à esse tipo de indagação dizendo que não. Na realidade, os dois primeiros setores são vistos por esse autor como setores “intermediários”. Nesses, a demanda por inovações é suprida pelo esforço interno do próprio setor (principalmente as

⁸ Para FAJNZYLBER (1992), embora os produtos manufaturados não baseados em recursos naturais (que evidentemente incluem os equipamentos e insumos utilizados na transformação dos recursos naturais) constituam uma parcela majoritária e crescente do comércio internacional e, portanto, devam-se constituir numa prioridade para se melhorar a posição da América Latina no comércio desses produtos, os recursos naturais, apesar de se caracterizarem, em geral, por um menor dinamismo, oferecem potencialidades significativas em termos de geração de divisas, aprendizagem empresarial, superávits disponíveis para serem investidos em outras áreas, impulso à inovação tecnológica em atividades conexas e, em alguns casos, dinamismo elevado e sustentado. No futuro, segundo esse autor, os recursos naturais e a sustentabilidade ambiental estarão estreitamente ligados.

inovações incrementais) e por inovações geradas nos setores denominados de “motores”, ou seja, intensivos em ciência (principalmente as inovações mais radicais). Os setores intermediários e motores também suprem de inovações um outro setor denominado, esse sim, de “receptor”, cujas indústrias produzem, essencialmente, bens de consumo não duráveis. (RIBEIRO, 1994, p. 28-30). Por outro lado, é difícil supor que esse setor receptor não gere, pelo menos, inovações incrementais, para suprir parcela de sua demanda interna por inovações.

1.5 Dimensões da Abordagem do Processo de Capacitação Tecnológica do Setor Elétrico Brasileiro

O processo de capacitação tecnológica traduz-se, em grande medida, no esforço, realizado pelas organizações, para gerar, buscar e ordenar os conhecimentos empíricos e científicos, com as finalidades de decidir sobre objetivos, estratégias e formas de administrar e operar eficientemente os recursos (físicos, monetários e humanos), num ambiente mutante e, em muitos casos, competitivo, visando a produção e/ou comercialização de produtos e/ou serviços nos espaços locais, nacionais e internacionais.

A literatura internacional tem realçado a importância de quatro dimensões inerentes à capacitação, que teriam implicações sobre o desempenho produtivo e tecnológico das firmas, no contexto dos chamados países em desenvolvimento. São elas: (COOK & SURREY, 1989)

1.5.1 Capacitação a Nível do Usuário

É aquela desenvolvida pelas empresas de energia elétrica e que traduz-se na maior habilidade adquirida pela mão-de-obra, em geral, visando manter, operar e aperfeiçoar eficientemente os equipamentos e instalações existentes bem como aperfeiçoa-lo permanentemente.

1.5.2 Capacitação no Gerenciamento e "Design" de Projetos

Esse tipo de capacitação visa dotar os recursos humanos de condições que permitam gerenciar a execução de projetos. Isto envolve, além da seleção e coordenação de um vasto número de firmas que serão subcontratadas, a formação e o desenvolvimento de pessoal qualificado nas atividades de detalhamento de projetos, passando por inúmeras atividades intermediárias, e finalizando com a colocação da planta em plena operação comercial;

1.5.3 Capacidade a Nível da Manufatura das Instalações e Equipamentos

Está ligada a habilidade requerida pelo setor manufatureiro local, em particular as empresas nacionais, para: fabricar equipamentos e instalações diversas e realizar serviços técnicos, incluindo a adaptação de tecnologia importada, ajustando-as às condições locais; modernizar projetos e métodos de produção, de acordo com o atual estágio do progresso tecnológico.

1.5.4 Capacitação em P&D

Direciona-se para dotar as organizações de mecanismos institucionais que contribuam para *innovar* e ampliar os conhecimentos, de forma sistemática e intensiva, em áreas estratégicas de atuação da firma, no que diz respeito a política do produto e das relações com fornecedores e no interior da organização da atividade produtiva, bem como de forma a contribuir para os objetivos econômicos da instituição e demais objetivos acordados com a sociedade.

Essa capacidade não deve ser restrita no sentido de, tão somente, internalizar na firma as atividades de P&D (o grau de internalização é, sem dúvida, uma variável que, dependendo do tipo de setor produtivo, deve ser levada em conta) mas, também, no de mobilizar e estimular no sistema tecnológico nacional e internacional parceiros que contribuam para dinamizar o processo de inovação;

1.5.5 Capacitação em Recursos Humanos

Envolve um esforço de planificação das empresas do setor, em articulação com o sistema educacional do país, no sentido amplo da formação e da absorção de mão-de-obra qualificada; além disso, exige a necessidade da preparação dessa mão-de-obra para alavancar a difusão das tecnologias modernas, de impacto na eficiência econômica e social do país, tendo em vista a nova dinâmica do processo de inovação global, que reclama o avanço para um novo estágio de **cultura técnica** da sociedade brasileira, de uma maneira geral.

Ao grupo acima pode-se juntar mais um tipo de capacitação que, definitivamente, nos dias atuais, ao abranger os tipos de capacitação mencionados anteriormente, constitui-se como elemento central das decisões empresariais, qual seja:

1.5.6 Capacitação na Administração e no Planejamento Estratégico

Está voltada para a incorporação, pelas estruturas decisórias e de apoio das grandes organizações, do conhecimento e manejo dos modernos métodos e instrumentos de planificação que auxiliem na tomada de complexas decisões estratégicas, particularmente em relação as trajetórias tecnológicas à serem delineadas e perseguidas e as formas de organização da produção, que afetam não só o *futuro* das instituições mas, também, diversos atores e segmentos do ambiente externo;

Dessa forma, esse tema é por demais amplo, ainda exigindo um grande esforço de conceituação de indicadores que, efetivamente, dêem conta da avaliação do desempenho industrial e tecnológico de uma firma, setor, país ou região econômica.

Trabalho recente, que analisa o tema da avaliação do desempenho industrial e tecnológico brasileiro, distingue dois tipos de indicadores de progresso técnico: os de Fonte e os Resultantes do progresso. No primeiro caso, destacam-se: os contratos de licenciamento e transferência de tecnologia e importação de serviços externos de engenharia, consultoria, etc.; a formação do capital; balança comercial tecnológica; pesquisa e desenvolvimento (P&D). Dentre os indicadores Resultantes do progresso técnico encontram-se: a produtividade, as patentes e os indicadores observados a partir do uso de matrizes intersetoriais de produção. (SAN'ANA et al, 1990, p. 23-30)

Capítulo 2

Sistemas de Potência: Conceito, Objetivos e Principais Componentes

O Capítulo 1 apresentou um quadro conceitual e analítico relacionado à mudança tecnológica, enfatizando a inserção da indústria da eletricidade nesse marco teórico. Retratou a existência de diferentes abordagens conceituais sobre esse tema sublinhando. Entretanto, sublinhou a inexistência de um quadro analítico definitivo que dimensione adequadamente o fenômeno do progresso técnico. Sustentou, por outro lado, que a corrente atual de pensamento que mais se aproxima do entendimento da problemática do progresso técnico, nos chamados países de economia dependente, é a “Escola do Aprendizado Incremental”, que procura explorar, no dinâmico contexto das transformações tecnológicas que afetam esses países, os mais variados tipos de aprendizados envolvidos, tendo em vista as trajetórias tecnológicas das firmas, indústrias e setores que compõem a economia de um determinado país. Dessa forma, cada firma, ramo ou setor produtivo estariam submetidos à certas condições de natureza histórica, institucional, econômica, cultural ou social que facilitariam (ou não) o desenvolvimento tecnológico.

Para avançar no entendimento dessas diversas dimensões, bem como nas inter-relações envolvidas no processo de capacitação e de aprendizado dos diversos agentes do SEB, convém introduzir mais alguns tópicos específicos sobre o setor, fundamentais para a compreensão dos desdobramentos deste estudo.

Os atuais mercados, de uma maneira geral, são supridos de energia elétrica por concessionárias que, de uma maneira geral, ainda possuem o fornecimento de eletricidade

como principal objetivo comercial. Para cumprir tal finalidade, fazem uso de Sistemas de Potência, ferramenta indispensável para a efetivação da produção e comercialização dos serviços. Este capítulo aborda os principais aspectos técnicos e econômicos relativos à esses Sistema. É através do envolvimento no projeto, na construção e no planejamento da operação e da expansão desses complexos sistemas físicos que as empresas do setor elétrico realizam uma série de atividades que, gradativamente, vão conduzindo, em menor ou maior grau, a capacitação industrial e tecnológica. Convém, portanto, conhecer, com maiores detalhes, as principais características desses sistemas.

Observa-se, desde já, que a análise se apoiará, na medida do possível, em exemplos referenciados ao sistema de potência brasileiro, em face desse sistema constituir-se no objeto central em estudo.

2.1 Conceito e Objetivo dos Sistemas de Potência

O Sistema de Potência é uma ferramenta básica usada na conversão e transporte da energia elétrica. (STEVENSON JR, 1984)

O principal objetivo de uma empresa ao construir (ou mesmo comprar) e operar um sistema de potência é o de poder utiliza-lo no suprimento ou no fornecimento de energia elétrica ao mercado, em obediência à trilogia de continuidade, qualidade e economicidade do serviço. Isto implica na obtenção de um alto índice de desempenho na sua função específica, através de menor número de interrupções, manutenção de adequados níveis de tensão e frequência e o atendimento da carga com custo incremental global mínimo. (MILLER, 1987, p. XI)

Para cumprir tais objetivos os sistemas de potência compõem-se de três segmentos básicos: geração, transmissão e distribuição de energia elétrica.

2.2 Principais Características dos Componentes dos Sistemas de Potência

2.2.1 Geração de Energia Elétrica

A geração de energia elétrica consiste, normalmente, num processo de conversão eletromecânica, no qual a energia mecânica usada para acionar geradores elétricos é desenvolvida, ou pela conversão de energia térmica em energia mecânica através de turbinas a

vapor, turbinas a gás e motores diesel, ou a gás, ou pela utilização da força das quedas d'água para acionar turbinas hidráulicas. (MILLER, 1987, p. XV)

A conversão de energia é, de forma ampla, realizada nas chamadas centrais ou usinas de eletricidade.¹

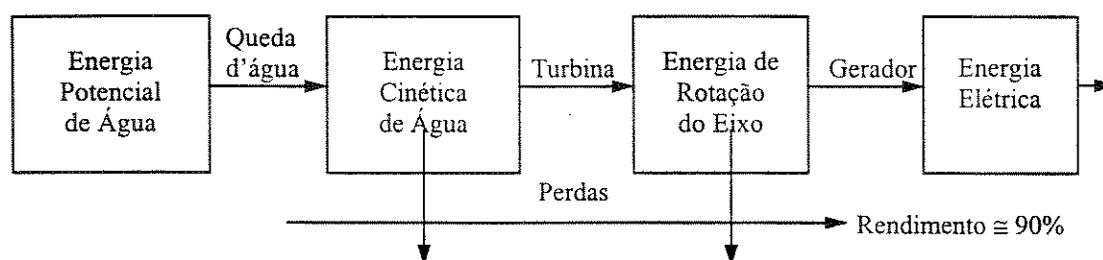
A seguir apresenta-se as características mais relevantes dos principais tipos de usinas.

2.2.1.1 Usinas Hidrelétricas

Uma usina hidrelétrica funciona com base no princípio do aproveitamento da energia potencial das quedas d'água dos rios, transformando essa energia em eletricidade. (Figura 2.1)

A energia potencial da água, na queda, transforma-se em energia cinética. Esta quantidade de energia é suficiente para o acionamento do eixo da turbina que, por sua vez, está acoplada a um gerador de energia elétrica. O rendimento dessa transformação, se comparada com a eficiência das centrais térmicas, é bastante elevado, girando em torno de 90,0%.

Figura 2.1
Princípio de Aproveitamento da Energia das Águas para Geração de Energia Elétrica



FONTE: Adaptado de ROSA, L.P. Visão Integrada das Fontes de Energia. In: *Economia & Tecnologia de Energia*. Org: LA ROVERE, E.L. et al Ed. Marco Zero/FINEP, Rio de Janeiro, 1985.

Por outro lado, os rios apresentam vazões variáveis e completamente aleatórias no tempo, com enormes diferenças entre seus valores mínimos, em época de seca, e máxima, por

¹ Em 1990, por exemplo, do total da capacidade instalada mundial de geração de energia elétrica, 64,5% correspondiam às termelétricas clássicas que, em sua grande maioria, utilizam carvão mineral, derivados pesados do petróleo e gás natural como fonte energética; as usinas nucleares representaram 12,3% do total; 22,9% relacionaram-se às usinas hidrelétricas; e uma pequena parcela foi de geração geotérmica. (UNITED NATIONS, 1992)

ocasiões dos períodos de chuvas. A desejável uniformização desses rios, com o objetivo de geração de energia elétrica, se faz por meio de reservatórios. Os desníveis necessários, por sua vez, podem ser naturais ou artificiais, sendo estes obtidos pelas barragens, que podem ser proporcionais, simultaneamente, a constituição de reservatórios regularizadores de vazões. (SOUZA, 1983)

SOUZA (1983, p. 14) classifica um aproveitamento hidrelétrico através dos seguintes critérios:

a) Quanto à sua potência (kW):

1. Microcentrais - $P \leq 100$;
2. Minicentrais - $100 \leq P \leq 1.000$;
3. Pequenas Centrais - $1.000 \leq P \leq 10.000$;
4. Médias Centrais - $10.000 \leq P \leq 100.000$;
5. Grandes Centrais - $P \geq 100.000$.

b) Quanto à sua queda (m):

1. Centrais de baixíssima queda - $H < 10$;
2. Centrais de baixa queda - $10 \leq H < 50$;
3. Centrais de média queda - $50 \leq H < 250$;
4. Centrais de alta queda - $H > 250$.

c) Quanto à forma de captação de água:

1. Centrais em desvio e em derivação;
2. Centrais em leito de rio ou de represamento.

d) Quanto à forma de utilizar as vazões naturais:

1. Centrais a fio d'água;

2. Centrais com regularização: diária, semanal, anual e plurianual.

e) Quanto à sua função no sistema:

1. Centrais de base;
2. Centrais flutuantes;
3. Centrais de ponta.

Esses critérios, na realidade, são arbitrários, não apresentando rigidez muito acentuada. SCHEREIBER (1977, p. 9), por exemplo, comenta que os critérios relativos à forma de utilização das vazões naturais para produção de eletricidade seria um critério menos arbitrário, se comparado com o critério das potências.

Em que pese as diferentes variedades de tipos de usinas, como sugere a classificação anterior, levando em conta as suas características principais, pode-se subdividir uma central hidrelétrica em quatro grandes partes: barragens; captação e condutos de adução de água; casa de máquinas (ou casa de força) e restituição de água. (SOUZA, 1983)

Barragens

As barragens são obras transversais aos alvéolos dos rios e que bloqueiam a passagem da água. As finalidades da construção de uma barragem com fins de geração hidrelétrica são: a concentração do desnível de um rio para produzir uma queda, a criação de um grande reservatório, capaz de regularizar o deflúvio, ou, simplesmente, o levantamento do nível d'água para possibilitar a entrada da água num canal, num túnel ou numa tubulação que à aduza para a casa de força (usinas de derivação). Além disso, as barragens podem servir para outros fins, tais como navegação, controle de cheias e irrigação. (SCHEREIBER, 1977, p. 44) A tendência atual é no sentido da utilização simultânea das barragens para diversas finalidades; é o chamado uso múltiplo desses reservatórios.

Quanto aos tipos de materiais de construção, as barragens podem ser: em terra, de enrocamento (pedras toscas e soltas), de concreto ou de tipo misto. Normalmente, as barragens mais modernas para geração de eletricidade são de concreto.

As barragens podem também ser classificadas como sendo de gravidade ou a arco. As barragens a arco "tiram proveito da propriedade de estruturas em arco resistirem com facilidade a cargas uniformemente distribuídas sobre seu dorso, transmitindo-as para suas ombreiras". Em geral, são construídas em concreto e concreto armado. Já nas barragens à gravidade "o equilíbrio estático da construção, sob a ação das forças externas (empuxo hidrostático), realiza-se pelo próprio peso da estrutura, com o auxílio eventual da componente vertical do empuxo que atua sobre seus parâmetros. A resultante de todas as forças atuantes é transmitida, através de sua base, ao solo do leito do rio sobre o qual se apóia." (SOUZA, 1984) Estas podem ser construídas utilizando-se os seguintes materiais: alvenaria de pedra, concreto ciclópico, concreto armado, terra e enrocamento.

A determinação da escolha do tipo de barragem leva em conta aspectos técnicos e econômicos. As condições técnicas que podem influir na determinação da escolha do tipo de barragem pertencem, principalmente, à geologia. Em outras palavras, depende da qualidade dos materiais sobre os quais, ou com os quais, deverá ser construída. Uma vez definindo-se a viabilidade técnica, escolhe-se, entre outras opções, aquela que oferecer o menor custo de investimento. Isto vai depender de uma série de fatores, dentre os quais a disponibilidade próxima de areia natural para concreto, ou de terra argilosa e de qualidade e quantidade suficiente e da necessidade (ou não) de escavações em rochas, etc.

Quanto às obras necessárias de uma barragem, SOUZA (1984) destaca as tomadas d'água e os descarregadores. Esses são construídos para evitar o transbordamento das barragens em locais impróprios, em função das cheias dos rios, depois que a capacidade de armazenamento foi completada. Podem ser de dois tipos: de superfície ou vertedouros e de fundo. Nesse caso, são construídos na parte inferior da barragem, sendo o escoamento realizado sob pressão, enquanto a vazão é controlada através de comportas. Naquele, deriva de uma modificação na parte superior do corpo da barragem e do parâmetro de jusante, em relação ao triângulo básico, para permitir a passagem da água sobre o mesmo.

Uma tomada de água é o ponto onde se inicia a condução da água para as turbinas, podendo, ou não, estar incorporado à barragem. Suas grades de proteção tem a finalidade de interceptar o material carregado pelo rio (pedras, galhos, árvores, etc.) e que possam danificar ou travar as turbinas.

Conduto de Adução de Água ou Adutoras

Destinam-se a conduzir a água, após a sua tomada, para as turbinas. Essa condução pode ser feita através de canais ou túneis com lâmina d'água livre; tubulações, túneis sob pressão e por poços forçados, verticais ou inclinados. A escolha do tipo de adutora depende do tipo de usina e das condições topográficas locais.

Casa de Máquinas ou Casa de Força

A casa de máquinas tem a finalidade de alojar as máquinas e os equipamentos da usina. Deve ser construída de modo a possibilitar a montagem ou eventual desmontagem dessas instalações, bem como a sua operação e manutenção. Pode estar localizada tanto à céu aberto quanto no subterrâneo.

A seguir, faz-se uma descrição sumária dos principais equipamentos alojados nas casas de máquinas: turbinas hidráulicas e geradores de energia elétrica.

Turbinas Hidráulicas

Uma turbina hidráulica é uma máquina que tem como finalidade transformar a maior parte da energia de escoamento contínuo da água que a atravessa em trabalho mecânico. Consiste, basicamente, de um sistema fixo hidráulico e de um sistema rotativo hidromecânico destinados, respectivamente, à orientação da água em escoamento e à transformação em trabalho mecânico. Podem ser de dois tipos: *reação* e *ação*. No primeiro caso encontram-se as turbinas nas quais o trabalho mecânico é obtido pela transformação das energias cinética e de pressão da água em escoamento, através do elemento do sistema rotativo hidromecânico (rotor). Essas são do tipo Francis e de Hélice (Kaplan), podendo ser de eixo horizontal, vertical ou inclinado; com um ou mais rotores; em caixa aberta ou fechada; com tubo de sucção cônico ou cônico em cotovelo.

Nas turbinas de ação o trabalho mecânico é obtido pela transformação da energia cinética da água em escoamento, através do elemento do rotor. Essas turbinas são do tipo Pelton, podendo ser de eixo vertical ou horizontal; com um ou mais rotores; de um ou mais injetores. (SOUZA, 1984, p. 133)

Os principais fatores levados em conta na escolha de uma turbina são: a sua rotação específica, a cavitação, o custo, os elementos ligados ao local de instalação e o sistema de

operação. Os dois primeiros fatores, normalmente, predominam na escolha da turbina à ser instalada. (SOUZA, 1984, p. 149)

Geradores de Energia Elétrica

O gerador é um equipamento elétrico que transforma a energia mecânica produzida pela turbina em energia elétrica. O rendimento nessa transformação é da ordem de 97%. Compõem-se por uma parte fixa (o estator) e de outra parte rotativa (o rotor). A carcaça do estator, em fabricação soldada, apóia em seu interior o ferro ativo, composto de pacotes de lâminas que levam as ranhuras para as bobinas. O rotor é composto de um cubo com um eixo, diretamente acoplado ao eixo da turbina, e sustentado verticalmente pelo mancal de escora. (SCHEREIBER, 1977)

O gerador conecta-se eletricamente com transformadores pertencentes ao sistema de transmissão. Esses transformadores cumprem a função de elevar a tensão da corrente fornecida pelo gerador com a finalidade de transmiti-la e, posterior, distribui-la aos diversos consumidores.

Além de turbinas e geradores, a casa de máquinas possui diversos equipamentos auxiliares, tais como: *reguladores de velocidade*, necessários para manter a frequência e controlar a potência gerada; *pontes rolantes*, que auxiliam no transporte dos equipamentos à serem montados e desmontados; *sistemas de abastecimento de água para refrigeração*; *instalações contra incêndio*; *rede de água potável*; *redes de drenagem e esgoto*; *rede de distribuição de ar comprimido*; *instalação para purificação do óleo*; *ventilação e ar condicionado*; *cablagem*; *equipamentos de controle*, etc.

Restituição de água

Após passar através das turbinas, a água é restituída ao leito natural do rio. Quando as turbinas não estão próximas ao rio, esta restituição é realizada através de canais ou galerias construídas para essa finalidade.

Completa-se este sub-item com uma observação de extrema relevância: cada tipo de aproveitamento hidrelétrico exige um cuidadoso estudo e planejamento, que geram soluções próprias de projetos, tendo em vista as condições naturais específicas dos locais onde serão desenvolvidos os aproveitamentos. Dessa forma, praticamente inexistente padronização de

soluções. Adianta-se que esta característica (aliada a outras que serão destacadas posteriormente) é básica para a compreensão, por exemplo, do grande avanço alcançado pelo Brasil na capacitação tecnológica voltada para o filão hidrelétrico.

2.2.1.2 Centrais Termelétricas

Esses tipos de centrais geram eletricidade a partir da energia química ou nuclear contida em certas substâncias denominadas combustíveis. Em sua grande maioria, as termelétricas utilizam combustíveis fósseis como insumos energéticos (carvão mineral, derivados mais pesados do petróleo - óleo combustível, óleo diesel etc., gás natural úmido ou seco e combustíveis nucleares). No entanto, outras fontes são também usadas, tais como: madeira, bagaço de cana, derivados de xisto, sub-produtos de processos industriais - gás de coqueria, gás de alto forno, etc.

Os combustíveis nucleares (urânio, plutônio, tório e outros), por exemplo, são utilizados nos Reatores Nucleares. Esses equipamentos, através do processo de fissão nuclear, liberam a energia calorífica que será necessária para produzir eletricidade. O combustível atualmente mais usado nesse processo é o urânio, nas suas formas natural e enriquecido.

Em média, um evento de fissão libera cerca de 200 milhões de eletrôn-volts (200 MeV) de energia, enquanto que, por sua vez, uma reação química típica libera da ordem de um eletrôn-volt (1 eV). Esta diferença, de aproximadamente um fator de 100 milhões, é responsável pelo fato da "queima" completa de um quilo de urânio liberar, mais ou menos, a mesma quantidade de energia que a combustão de 12.000 barris de óleo ou de 2.000 t de carvão de alta qualidade. (OLIVEIRA, 1985)

Por outro lado, nos ciclos termodinâmicos que utilizam caldeiras (normalmente água-tubular), são estas que queimam combustíveis e transferem a energia química destes para o aquecimento, vaporização e, eventualmente, super-aquecimento da água (ou outro fluido). (ROSA & SCHECHTMAN, 1996)

Considerando um grupo de cinco importantes países da Europa, o rendimento médio das centrais clássicas variou (em 1987) numa faixa de 30,3%, para o caso das centrais a gás, até 44,6%, para centrais a óleo combustível. (Tabela 2.1)² O tipo de combustível queimado -

²Essa e as demais tabelas citadas posteriormente encontram-se anexadas no final da tese.

carvão mineral, óleo combustível ou gás, entretanto, por si só, não determina uma melhor eficiência do processo. Enquanto na Bélgica as centrais a gás tiveram a pior performance (rendimento de 30,3%) e as termelétricas a carvão o melhor desempenho (rendimento acima de 38,0%), na Inglaterra, enquanto estas últimas tiveram performances inferiores (rendimento de 36,5%), as primeiras destacaram-se entre as demais (rendimento próximo de 44,0%). Dessa forma, as variantes de processos e as condições operacionais das plantas, aliadas, entre outros fatores, à qualidade dos combustíveis queimados, afetam a performance produtiva dessas centrais.

Apresenta-se a seguir os esquemas de funcionamento dos principais tipos de centrais em uso no mundo.

Centrais Termelétricas Clássicas

Esses tipos de termelétricas, assim como as usinas nucleares, em sua grande maioria, funcionam com base no chamado Ciclo Rankine, também denominado Ciclo a Vapor.

Nessas centrais o combustível é submetido à um processo de combustão num forno acoplado a um sistema composto por diversos tubos (caldeira). Essa queima produz gases e particulados quentes, à uma temperatura suficiente para vaporizar a água, que é bombeada através dos tubos que circulam o interior da caldeira. O vapor gerado é conduzido para o acionamento mecânico da turbina que, por sua vez, está acoplada a um gerador de energia elétrica. Após a exaustão da turbina, o vapor passa por um condensador e retorna ao estado líquido inicial, sendo o calor removido transferido para uma fonte fria. A água é realimentada na caldeira, dando continuidade ao processo.

É recomendável, quando o combustível tenha um elevado teor de cinza, que os gases da combustão sejam levados para um processo de tratamento, através de precipitadores mecânicos e eletrostáticos, visando a remoção das partículas sólidas (em quantidades acima de 99,0%) antes de serem liberados pela chaminé. Por outro lado, mesmo após tratada, essa mistura gasosa, ao ser expelida para a atmosfera, ainda levará consigo particulados e gases (CO₂ e Nox, por exemplo) que afetam, de forma danosa, o meio ambiente.

Segundo ROSA & SCHECHTMAN (1996, p. 288), para aumentar a eficiência das tecnologias que operam de acordo com o Ciclo a Vapor, “as plantas termelétricas modernas utilizam uma série de equipamentos e processos, tais como o uso de reaquecimento do vapor

entre estágios da turbina, a extração e regeneração de parte da água de alimentação da caldeira, o uso de economizadores e re-aquecedores de alta e baixa pressão, que possibilitam atingir eficiência máxima da ordem de 40,0%.

As termelétricas clássicas são dominantes na estrutura mundial de produção de energia elétrica. Dessa forma, além da busca de melhores índices de rendimento na geração, possibilitando economia de combustíveis, a redução dos impactos ambientais provocados por esses tipos centrais, devido à grande emissão de poluentes gerados na queima dos combustíveis, passou também a ser alvo da procura por inovações de processos que reduzissem as emissões. Na área do carvão mineral, por exemplo, a literatura tem dado destaque às tecnologias de combustão em grelha móvel, combustão de carvão pulverizado e combustão em leito fluidizado. Sendo esse último processo, inclusive, adequado à utilização de combustíveis sólidos com alto teor de inertes e baixo poder calorífico.³

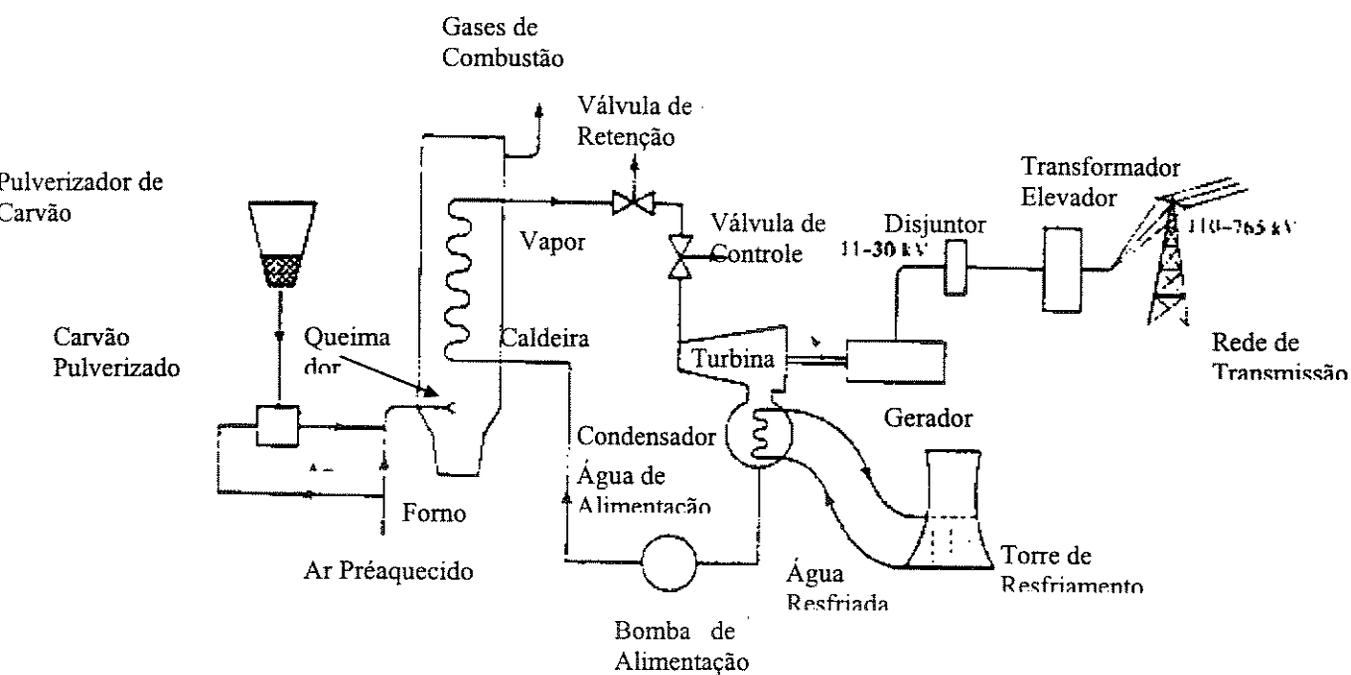
A Figura 2.2, adiante, apresenta um esquema geral de uma central térmica que gera eletricidade a partir da utilização de carvão mineral. Como trata-se da combustão de carvão pulverizado, o combustível, após ser moído, é arrastado pelo ar em uma câmara de combustão, onde sofre combustão imediata. Nessa câmara ocorre a transferência de calor por radiação. Os gases resultantes passam através de superfícies de transferência de calor convectivo. Devido à baixa granulometria do combustível, ocorre a produção de grande quantidade de cinzas leves que necessitam ser capturadas antes do lançamento dos gases de exaustão para a atmosfera. Esta técnica, de elevada eficiência térmica global (variando de 35,0 a 45,0%), é utilizada nas modernas caldeiras das usinas a carvão de grande porte, podendo incorporar modificações que permitem a queima do combustível com reduzida emissão de NO_x. ROSA & SCHECHTMAN (1996, p. 290-291)

Já a combustão em grelha móvel, consiste em alimentar o carvão em uma das extremidades da grelha, queimando-o durante o seu transporte dentro da caldeira, sendo as cinzas resultantes descarregadas na extremidade oposta. O ar utilizado pelo processo é introduzido através dos dentes da grelha. Este processo de combustão, que apresenta uma eficiência térmica global entre 25,0 e 35,0%, é principalmente empregado em caldeiras industriais e em termelétricas de médio porte.

³Uma descrição mais pormenorizada desses processos é encontrada em ROSA & SCHECHTMAN (1996, p. 288-294).

Figura 2.2

Esquema de Funcionamento de uma Termelétrica à Carvão Mineral Pulverizado



FONTE: Adaptado de BERGEN (1986, p. 5)

A combustão em leito fluidizado é uma técnica que consiste na queima do combustível em um leito de material inerte “fluidizado” pela injeção de ar em velocidade tal que mantenha o leito e o combustível em permanente movimento. Esse processo possui como uma de suas principais vantagens a possibilidade de queima de combustíveis sólidos considerados “pobres”.

O que previne a reação do nitrogênio com o ar, evitando significativamente a produção de NO_x, é a baixa temperatura de queima do combustível, na faixa de 800 a 1000°C.

O calor gerado no processo é retirado através de tubos imersos ou por meio das paredes da câmara de combustão, produzindo vapor, ou mesmo através de uma seção externa de convecção, para onde os gases de exaustão são conduzidos.

O material sólido residual é parcialmente arrastado, na forma de partículas finas, pelos gases quentes e recolhidos em equipamentos de coleta de material particulado (ciclones e precipitadores eletrostáticos). As partículas maiores, não arrastadas para fora do leito, são retiradas através do fundo da caldeira.

A eficiência térmica global para esse tipo de processo encontra-se na faixa de 40,0 a 55,0%; mais elevada, portanto, que a eficiência dos dois processos anteriores.

Centrais Nucleares

Em linhas gerais, a forma de geração de energia elétrica numa central nuclear é semelhante a uma central termelétrica clássica, ou seja, o vapor gerado pelo aquecimento da água expande-se numa turbina acoplada a um gerador elétrico, fazendo girar o eixo do gerador, transformando assim a energia térmica do vapor em eletricidade.

A diferença está no modo de produção da energia necessária ao aquecimento da água. Enquanto nas térmicas convencionais esta energia é gerada pela combustão do carvão, óleo ou gás (uma reação química), nas centrais nucleares a energia é mais usualmente liberada pelo processo de fissão nuclear (uma reação nuclear) nos chamados reatores nucleares. (OLIVEIRA, 1985)

São duas as categorias principais de reatores nucleares: os térmicos e os rápidos. Nesses, a quase totalidade das fissões são causadas por neutrons rápidos, liberados diretamente do processo. Já nos primeiros são os neutrons térmicos os responsáveis pela grande maioria das

fissões. Esses são os neutrons cujas velocidades de liberação são reduzidas através de substâncias denominadas moderadores.

Tendo em vista a natureza do moderador e/ou refrigerante utilizado no processo de fissão nuclear, é possível classificar a grande maioria dos reatores em uso no mundo como sendo: moderados e refrigerados a água comum (H_2O); moderados e refrigerados a água pesada (D_2O); moderados a grafite e refrigerados a gás (He ou CO_2); refrigerados através de metal líquido (Na) e sem moderador.

Do ponto de vista comercial, destacam-se dois tipos de reatores térmicos moderados à água: os moderadores a água leve (H_2O) e os moderadores a água pesada (D_2O).

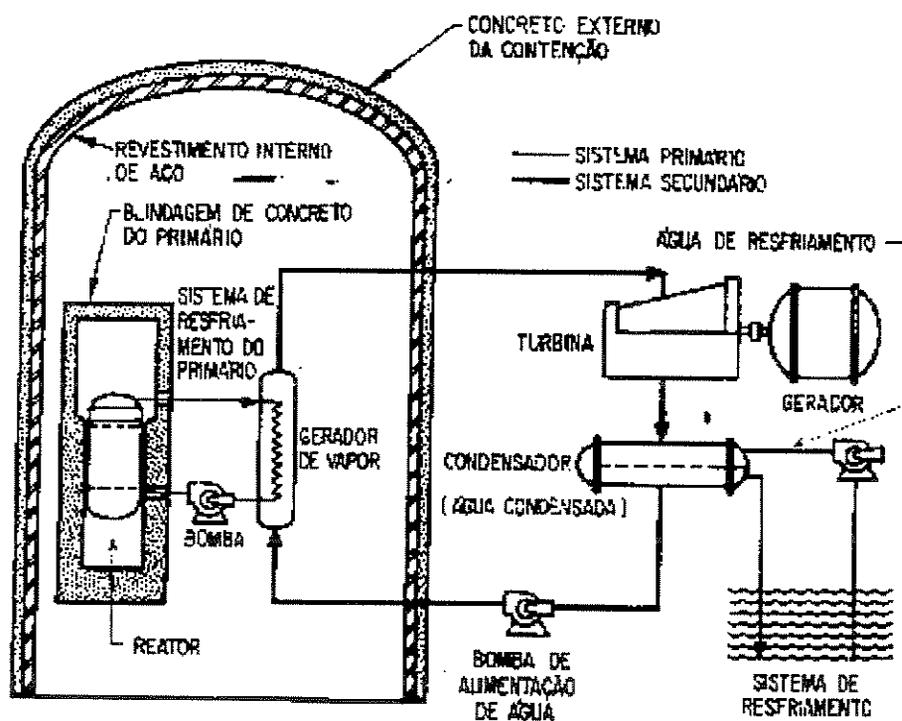
Os moderadores a água leve, chamados LWRs, são de dois tipos: os reatores a água pressurizada, conhecidos como PWRs (Pressurized Water Reactors) e os reatores a água fervente, conhecidos como BWRs (Boiling Water Reactors).

Dentre os reatores moderados a água pesada mais utilizados comercialmente estão os do tipo CANDU (Canadian Deuterium-Uranium).

Face à sua maior importância comercial no mundo, tomar-se-á, como exemplo explicativo, o reator PWR. É esse tipo de tecnologia que encontra-se em funcionamento na usina Angra I, no Rio de Janeiro.

A Figura 2.3 esquematiza a geração de energia elétrica utilizando um reator nuclear de ciclo indireto e moderado com água leve pressurizada (PWR). Nesse exemplo, cuja central tem uma potência térmica de 1876 MW, o combustível utilizado são pastilhas de óxido de urânio (UO_2) enriquecido acerca de 3,0% de U^{235} , envolvidas em tubos de zircalói. O turbo-gerador é de 1800 rpm, com potência nos bornes de saída do gerador de 857 MW, e fornece uma potência líquida de 626 MW. O condensador trabalha com água do mar em circuito aberto. (SOUZA, 1983). A água que circula através do núcleo do reator é mantida à uma pressão de 160 atm, possibilitando sua manutenção na forma líquida à temperatura da ordem de $300^\circ C$. A água pressurizada é bombeada através do núcleo do reator, conduzindo o calor gerado até o gerador de vapor. A água contida no lado secundário do gerador de vapor é aquecida, produzindo, desta forma, uma grande quantidade de vapor. Esse vapor é levado à

Figura 2.3
Diagrama Esquemático de Uma Usina PWR



FONTE: (OLIVEIRA, 1985, p. 165)

uma turbina, acoplada ao turbo-gerador de energia elétrica. O vapor, ao sair da turbina, é conduzido para um condensador, retornando à fase líquida, sendo, posteriormente, realimentado no reator.

O rendimento térmico desses reatores são limitados pela temperatura alcançada pelo vapor, que gira em torno dos 600°F (ou, em média, 315°C), enquanto nas plantas térmicas convencionais que utilizam combustíveis fósseis alcançam 1000°F (537,8°C). Isto faz com que a eficiência do processo seja menor numa central nuclear, girando em torno de 30,0%. (BERGEN, 1986).

Ciclo Brynton -Turbinas a Gás

Uma central termelétrica funcionando com base no Ciclo Brynton apresenta, normalmente, os seguintes componentes principais: (ROSA & SCHECHTMAN, 1996, p. 294-297)

- compressor axial destinado a comprimir politropicamente o ar até a pressão de combustão;
- câmara de combustão, na qual parte do ar comprimido é usado na combustão do combustível;
- turbina de combustão, onde o gás quente resultante da combustão é distribuído por toda a periferia da primeira fila de palhetas e é expandido politropicamente na turbina.

Grande parte dessas centrais utilizam o gás natural como fonte energética.

Ainda de acordo com ROSA & SCHECHTMAN (1996, p. 296), em geral, “as turbinas a gás trabalham em ciclo aberto e utilizam o ar como fluido de trabalho. O ciclo se completa pela atmosfera de onde se extrai o ar utilizado e para onde se descarregam os gases resultantes da combustão, que possuem, ainda, a elevada temperatura de 500°C. Como o ar é um fluido compressível, o trabalho de compressão é relativamente alto, chegando a representar 50,0% da potência útil produzida pela turbina, reduzindo assim a eficiência do ciclo. Entretanto, avanços tecnológicos no campo de materiais e refrigeração permitem elevar a temperatura de combustão e melhorar o rendimento das turbinas”.

Atualmente, produzem-se turbinas a gás natural de até 150 MW, com eficiências térmicas de até 40,0%.

ROSA & SCHECHTMAN (1996, p. 296) destaca as seguintes vantagens principais dos sistemas com turbinas a gás:

- construção simples da planta, requerendo pequeno espaço para instalação;
- prazo de implantação normalmente pequeno (6 a 12 meses);
- baixo custo de implantação (US\$ 300 a 400/kW);
- partida rápida, atingindo plena carga em 10 a 20 minutos;
- pequeno consumo de água;
- operação simples, necessitando pouco pessoal;
- elevada disponibilidade;
- variedade de combustíveis líquidos e gasosos, com alto grau de limpeza, possíveis de serem utilizados.

Ciclo Combinado

A tecnologia do ciclo combinado resulta da junção dos sistemas termodinâmicos que funcionam com base nos ciclos Rankine e Bryton. No chamado ciclo combinado convencional, os gases de exaustão da turbina a gás são utilizados como fonte de calor numa caldeira de recuperação utilizada no ciclo a vapor (Rankine). Isso torna-se viável, na medida em que a temperatura dos gases de exaustão no ciclo Bryton (em torno de 510°C) é equivalente a temperatura máxima do ciclo a vapor (da ordem de 540°C). Além disso, como esses gases possuem excesso de ar, é também possível a instalação de queimadores suplementares de combustível na caldeira de recuperação. O resultado final desta combinação de ciclos termodinâmicos é uma elevação das eficiências globais do processo de produção de energia elétrica, repercutindo, evidentemente, sobre o desempenho econômico da planta termelétrica.

Além da melhoria da eficiência global, que eleva-se para próximo dos 50,0%, segundo ROSA & SCHECHTMAN (1996, p. 298) o sistema de ciclo combinado convencional apresenta as seguintes vantagens:

- custo inferior ao ciclo a vapor de mesma capacidade;
- partida rápida da parte da instalação relativa à turbina a gás;
- baixo nível de emissão de poluentes, similarmente à turbina a gás;
- espaço ocupado relativamente pequeno;
- altos índices de disponibilidade e confiabilidade.

Por outro lado, além do ciclo combinado convencional, existem outras novas variantes de processos. Na Steam Injected Gas Turbine, por exemplo, que pode ser considerada uma das mais destacadas tecnologias em uso, o vapor gerado na caldeira de recuperação é utilizado para três finalidades principais: planta de processo, injeção na própria turbina com o objetivo de elevar a potência gerada e injeção na câmara de combustão, visando controlar a formação de NOx.

As vantagens advindas deste ciclo seriam: o controle da emissão de NOx e a não utilização do ciclo a vapor, com conseqüente economia de espaço e diminuição dos custos de implantação. Por outro lado, esse sistema apresenta desvantagens, tais como o consumo de água desmineralizada, devido a injeção de vapor na turbina a gás e a exaustão do mesmo para a atmosfera, e o fato da geração de energia ficar associada a somente um equipamento, reduzindo, assim, sua flexibilidade. (ROSA & SCHECHTMAN, 1996, p. 300)

2.2.1.3 Outros Tipos de Centrais Elétricas

Além das centrais elétricas mencionadas nos parágrafos precedentes, existem outros tipos de processos de geração de eletricidade; alguns em uso comercial outros em fase de pesquisa e desenvolvimento. Esses processos utilizam, em sua grande maioria, fontes energéticas renováveis. Entre os mais comentados pela literatura, destacam-se: geração geotérmica, sistemas eólicos, maré-motriz, energia das ondas e o aproveitamento da irradiação solar.

Uma importante característica de algumas dessas tecnologias de geração é o fato de aproveitarem-se, como se disse, da utilização de energias renováveis.

Para finalizar esse item sublinha-se que: à medida em que as novas tecnologias de geração vão aumentando em importância, devido aos avanços tecnológicos incorporados, com respectiva diminuição de custos, tal como o ocorrido, principalmente, com o desenvolvimento das turbinas a gás e dos processos de ciclo-combinado, exigirão a necessidade de ajustes institucionais que permitam a sua difusão nos sistemas elétricos? Ou, em que medida o Brasil, por exemplo, deveria voltar-se para um programa de desenvolvimento tecnológico que contemplasse, fortemente, uma expansão do setor apoiada nas novas tecnologias de geração? Devido às suas características produtivas, em particular as de tamanho, custos, flexibilidade operacional, eficiência energética e melhoria das emissões de gases, esses sistemas exigiriam novos procedimentos no que diz respeito à forma de inserção no planejamento setorial do setor elétrico, afetando os critérios tradicionais de planificação? Além disso, aspectos tecnológicos e industriais referentes ao projeto, fabricação e implantação dessas plantas industriais teriam alguma relevância para a política industrial e tecnológica do país ou específica para o setor?

Essas são questões importantes que serão alvo de discussão nos capítulos posteriores desse trabalho de pesquisa.

2.2.2 Transmissão de Energia Elétrica

Para que a energia elétrica gerada possa ser instantaneamente colocada em uso pelos diversos consumidores, é necessário transportá-la da usina (ou estação) de geração aos centros de consumo (ou de carga). Esse transporte é realizado nas chamadas linhas elétricas, complementadas com equipamentos e instalações diversas (subestações, transformadores, torres, isoladores, chaves seccionadoras, postes, etc.).

Por motivos técnicos e econômicos a ligação entre a usina e a carga, normalmente, não é feita de maneira biunívoca, e sim através de um amplo sistema no qual interligam-se outras usinas e os consumidores, cobrindo um vasto território.

Esquemáticamente, LEPECKI (1985) distingue três níveis para o transporte da energia elétrica: a transmissão, propriamente dita, o sistema interligado e a distribuição.

De forma bastante simplificada, pode-se assim exemplificar o funcionamento desse esquema: diversas usinas, espalhadas nos diferentes locais de uma determinada região, geram energia elétrica. Essa eletricidade é conduzida (transmissão) para um anel, que une todas essas usinas e as cargas (sistema interligado), a partir do qual é feito o envio para cargas mais isoladas ou para as redes de distribuição, onde situa-se a maior parcela das cargas.

As linhas elétricas, em geral, que unem as usinas de geração ao sistema de distribuição, denominam-se linhas de transmissão; estejam essas na transmissão, propriamente dita, ou no sistema interligado. Também fazem parte do sistema de transmissão as subestações, com seus dispositivos de manobra, controle e proteção.

O que diferencia, na realidade, os circuitos de transmissão dos circuitos de distribuição são os seus níveis de tensão e a capacidade de transporte de potência. Essa, maior nos circuitos de transmissão. Os níveis de tensão são padronizados internacionalmente, pela Comissão Eletrotécnica Internacional - CEI. No Brasil, que procura aderir às normas internacionais nessa área, a função normalizadora está a cargo da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, através do Comitê de Eletrotécnica - COBE.

A Tabela 2.2 ilustra a padronização de voltagens para o caso brasileiro. O grau de dispersão dessas voltagens, em particular as de alta e extra-alta tensão, explica-se pelo fato de que o processo de normatização precedeu a evolução dos sistemas nos diferentes países, gerando uma certa dificuldade para adequar a dispersão dos níveis de tensão à uma padronização mais eficaz.

A transmissão de energia elétrica pode ser realizada tanto em corrente alternada quanto em corrente contínua. Normalmente, a corrente alternada em 60 Hz (ou 50 Hz) é a mais utilizada nas transmissões.

O que, basicamente, diferencia estes tipos de corrente é o fato do primeiro tipo de corrente, diferentemente da corrente contínua, poder ser transformada, elevando ou reduzindo a tensão de transmissão e distribuição. Esse fato técnico tem profundas implicações econômicas, na medida em que as necessidades de equipamentos são distintas entre eles, gerando custos, também, diferentes. Nas transmissões à longa distância, a corrente contínua pode viabilizar-se economicamente. Segundo LEPECKI (1985, p. 127), a vantagem econômica, nesse caso, se basearia no fato da linha de corrente contínua ser mais barata que a

linha de corrente alternada, pois utiliza apenas dois pólos em vez de três fases. Por outro lado, há necessidade de se retificar a corrente no início e convertê-la novamente em alternada no fim da linha. Isto implicaria na necessidade adicional de se instalar nas extremidades do elo de corrente contínua equipamento conversor (retificador e inversor), decisão que gera um custo adicional, além de um aumento na complexidade e possível diminuição da confiabilidade do sistema.

A elevação permanente das tensões de transmissão está ligada ao aumento das cargas solicitadas e às distâncias percorridas por essas cargas. Estes fatos, por sua vez, implicam em custos mais elevados para transmissão e, também, numa maior complexidade operacional do sistema. Uma das conseqüências é a elevação dos custos operacionais, como, por exemplo, o custo das perdas. Estas são causadas, nesse caso, por dois tipos de fenômeno: o Efeito Joule, provocado devido a passagem da corrente na resistência dos condutores, e pelo Efeito Corona, que é um fenômeno associado à ionização parcial do ar, em torno das linhas e equipamentos elétricos que operam sob tensões elevadas. Essas perdas, em geral, são inferiores a 10,0% da potência transmitida.

2.2.3 Distribuição de Energia Elétrica

A distribuição é o segmento do sistema de potência interface entre o final da transmissão e os pontos de medição do consumo, através do qual flui toda a energia elétrica a ser distribuída aos diversos setores consumidores.

Essa rede, que une todas as cargas individuais de uma determinada área às linhas de transmissão, é subdividida em *primária* e *secundária*. A rede primária, composta por linhas em tensões médias (Tabela 2.2), alimenta os transformadores de distribuição e/ou os pontos de entrega que estão sob uma mesma tensão nominal. Já a rede secundária é alimentada pelos secundários dos transformadores de distribuição.

Se a rede de distribuição estiver situada fora do perímetro urbano de cidades, vilas, povoados, etc., é chamada de *rede rural*. Se estiver localizada no interior do perímetro urbano, dá-se o nome de *rede urbana*.

Os circuitos primários podem ser *aéreos*, quando os seus condutores estão elevados em relação ao solo e afastados de outras superfícies, que não os respectivos suportes, e *subterrâneos*, quando localizadas abaixo do solo. Embora de maior custo, considerações à

respeito do grau de concentração das cargas e de estética ambiental têm conduzido a instalação de redes de distribuição subterrâneas; tendência tecnológica concentrada, praticamente, nas grandes cidades.

Como características dos sistemas de distribuição tem-se: i) mesmo quando alimentados por um sistema interligado comum, constituem-se em unidades distintas, geograficamente separadas, delimitadas pelas localidades servidas; ii) enquanto o sistema de transmissão e o interligado são praticamente feitos sob encomenda, o sistema de distribuição é composto de milhares de peças idênticas, apenas combinadas de maneira adequada; iii) funcionam em ambientes muito restritivos - cidades com casas, prédios, tráfego, população concentrada, etc.; iv) a operação de um sistema de distribuição é, antes de tudo, um problema gerencial e não técnico, como o é a operação de um sistema interligado; v) exige um contato direto com os consumidores. (LEPECKI, 1985, p. 137-138)

Dessa forma, algumas dessas características dos sistemas de distribuição possibilitam uma fabricação seriada das peças necessárias a sua construção, operação e manutenção (o que não é comum no caso da geração). Além disso, em sua grande maioria, essas peças e acessórios possuem um amplo domínio tecnológico. Por outro lado, as empresas de distribuição de eletricidade devem possuir especificidades próprias de organização e gerenciamento, onde a qualidade do relacionamento com os consumidores finais vem tornando-se um requisito indispensável.

2.3 Aspectos da Expansão e da Operação dos Sistemas de Potência

Uma das dimensões do planejamento da expansão e da operação de um sistema de potência⁴ é a otimização econômica, ou seja, produzir e transmitir energia para atender a carga do sistema à um custo mínimo, com adequada consideração acerca da segurança do sistema. (MILLER, 1987) Esse problema, na atualidade, comporta, além de um grande número de variáveis econômicas e técnicas, variáveis ambientais e sociais.

Atualmente, em razão da dimensão e da complexidade dos sistemas de potência, para a solução do problema da otimização torna-se fundamental dispor de sofisticados recursos de

⁴Uma outra importante dimensão, relativa à planificação, diz respeito ao nível estratégico global, ou seja, ao contexto do desenvolvimento de uma dada região ou país, no qual se insere o setor elétrico. Isto, porque implica em escolhas tecnológicas (termelétricas ou hidrelétricas; sistemas centralizados ou descentralizados de produção; etc.) com impactos diferenciados no desenvolvimento econômico. A análise desta problemática tem mostrado, por exemplo, que a opção hidrelétrica feita pelo Brasil tendeu a gerar efeitos multiplicadores e a influir profundamente no processo de desenvolvimento econômico e social do país. (BRITO, 1985)

informática, envolvendo máquinas e programas, que viabilizem o trabalho de resolução de complexos modelos matemáticos.

São clássicas as características da energia elétrica ligadas à dificuldade de seu armazenamento e a necessidade de ser fornecida instantaneamente, em resposta às exigências do consumidor. A energia elétrica, na realidade, funciona como um fluxo contínuo. As propriedades da carga tem, em geral, grande influência sobre os aspectos operacionais dos sistemas de potência.⁵

Verifica-se, experimentalmente, que as cargas solicitadas pelo conjunto dos diversos consumidores flutuam ao longo de uma escala de tempo. Durante as 24 horas do dia, por exemplo, a demanda é baixa durante a madrugada, cresce nas primeiras horas da manhã, estabiliza-se durante o dia e volta a crescer à tarde, para atingir um pico e, depois, decrescer novamente, repetindo-se esse ciclo sucessivamente. (BRITO, 1985)

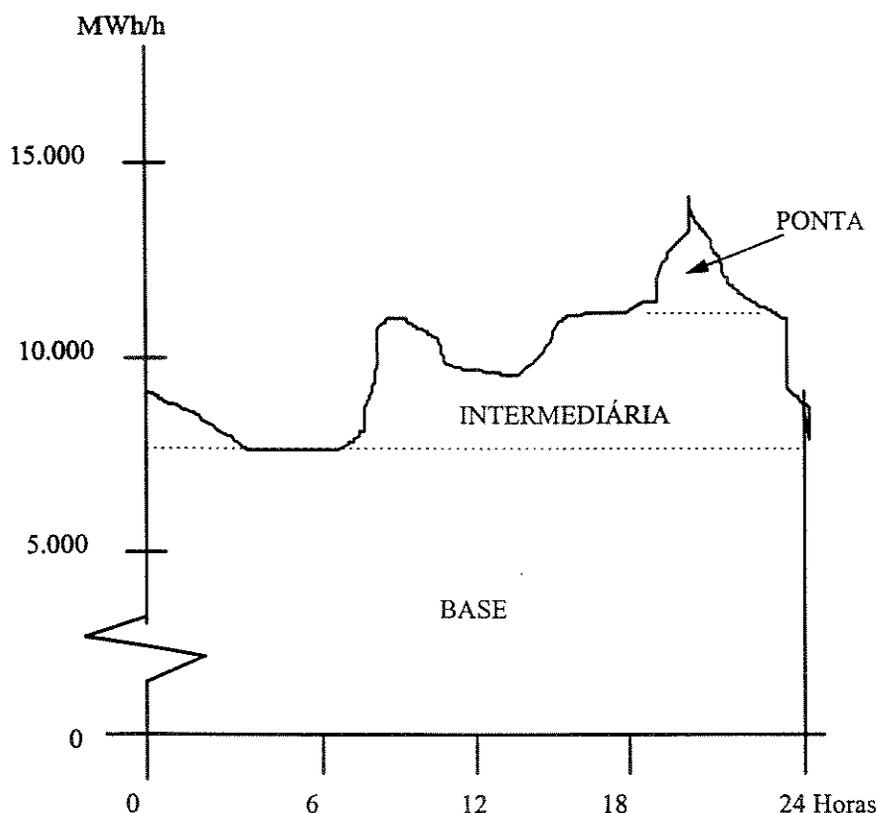
Dessa forma, existe uma certa carga mínima, denominada carga de base, que deve ser suprida 100% do tempo; uma carga intermediária, ofertada numa grande parcela do tempo e, finalmente, a carga de ponta, disponível por poucas horas do dia (Figura 2.4). A *técnica* e a *economia* do suprimento são diferentes em cada caso. (LEPECKI, s. d.)

Os sistemas elétricos em uso, ou à serem instalados em uma dada região, podem ser exclusivamente *térmico* ou *hidrelétrico*, ou, ainda, uma mistura de ambos, nesse caso são chamados *hidrotérmicos*.

Independente dos tipos de sistemas "os custos envolvidos no custo de produção podem ser divididos em *fixos* e *variáveis*. Os custos fixos incluem os investimentos de capital, os juros sobre empréstimos, os salários, taxas, e outras despesas que são independentes da carga no sistema. Os custos variáveis são aqueles afetados pelo carregamento das unidades geradoras, com diferentes taxas de combustível ou água, pelo controle das perdas causadas por fluxos de reativos, pela combinação da operação de geração hidráulica e térmica para atender os requisitos diários de carga e pela compra e venda de energia". (MILLER, 1987)

⁵BICALHO (1997) desenvolveu uma interessante abordagem econômica do sistema elétrico que apresenta como ponto de partida de sua análise a visão da energia elétrica como um fluxo.

Exemplo de Curva de Carga



São três as preocupações básicas no planejamento de um sistemas térmico : a) admitindo assegurado o suprimento de combustível, a preocupação fundamental, a grandeza crítica, será o suprimento de ponta; b) uma adequada margem de reserva do sistema, em função das necessidades de paradas para manutenção dos equipamentos das usinas e devido à possíveis acidentes, representando um acréscimo de 15,0 a 20,0% do investimento; c) um adequado planejamento do parque gerador, baseado em modelos detalhados de operação, de forma a garantir o acompanhamento da curva de carga e a redução dos custos de combustível. (BRITO, 1985)

Esta última preocupação, em geral, conduz a diferenciação do parque gerador, onde devem atuar usinas de baixo custo de combustível (nucleares, carvão pobre, etc.) - embora de maior custo de construção e pouco flexíveis, para operar de modo contínuo, na base do sistema - e usinas de baixo custo de construção e grande flexibilidade de operação utilizando, entretanto, combustíveis mais nobres e, portanto, mais caros (óleo diesel e gás natural, por exemplo) para operação na hora de ponta.

A regra básica de operação desses sistemas é a de se despachar (carregar) primeiro as unidades mais eficientes, ou seja, com custo mínimo de combustível para, só depois, despachar as menos eficientes, à medida em que cresce a demanda. É o chamado problema do despacho econômico; solucionado, atualmente, através de sofisticados *softwares* e *hardwares*.

Já em um sistema predominantemente hidrelétrico, como a capacidade de geração será limitada pela vazão disponível, procurando garantir o suprimento pensando-se numa vazão mínima previsível, os custos fixos passam a ter uma relevância muito grande no planejamento da expansão, uma vez que o aumento da vazão mínima poderá ser obtido mediante investimentos na construção da barragem e desapropriação de terras inundadas; além da necessidade de motorização do projeto, ou seja, instalação dos equipamentos indispensáveis (turbinas, geradores, reguladores, etc.). Essa motorização, normalmente, deve ser superior a geração com a vazão mínima garantida, permitindo um ganho de flexibilidade do projeto. Além disso, a margem de reserva desses sistemas costuma girar em torno de 5,0 a 10,0%, representando entre 1,0 e 3,0% do investimento total. (BRITO, 1985)

Desta forma, os conceitos básicos usados na planificação desses sistemas são os de *período crítico*, *energia firme*, *risco de déficit* e *valor da água*.

O *período crítico* é o período hidrológico durante o qual todos os reservatórios seriam completamente deplecionados, sem ocorrer déficit de suprimento. Este período é definido em relação às vazões observadas no passado ou através de sofisticados modelos probabilísticos, o que é mais comum, hoje em dia.

A *energia firme* é a energia média gerada ao longo de um período crítico, ou seja, é a máxima demanda média que o sistema poderá atender, com o nível de garantia fixado.

O *risco de déficit* é, em última análise, o risco de ocorrência de um período hidrológico pior que o período crítico considerado.

O *valor da água* é o produto do risco de déficit pelo custo do déficit, definido em relação ao prejuízo dos consumidores.

O sistema de potência brasileiro, por exemplo, é hidrotérmico. Dessa forma, como regra geral, complementa-se o parque hidrelétrico com um certo número de usinas termelétricas

que, durante o período crítico do sistema, operariam na base, e nas condições hidrológicas mais favoráveis, atuariam na ponta.

Nesse sentido, em um sistema hidrotérmico a preocupação central gira em torno do problema da decisão sobre a operação da complementação térmica. Isso porque, como as vazões futuras são dificilmente previsíveis, não se pode conhecer o momento exato em que se agravam as condições hidrológicas e deplecionam-se os reservatórios. É nesse momento que as térmicas devem passar a operar na base, passando-se de um regime de economia de combustível para um regime de economia de água. (BRITO, 1985)

O sistema hidrotérmico brasileiro é um dos mais complexos existentes no mundo, exigindo um *alto grau de integração e, conseqüentemente, de coordenação sistêmica*. Esse fato conduziu o setor a realização de um grande esforço de capacitação em relação ao planejamento da operação e da expansão desse sistema, em particular na área da criação de modelos computacionais adaptáveis às condições técnicas operacionais desse sistema. O CEPEL, a ELETROBRÁS e as diversas concessionárias de energia elétrica desempenham um importante papel nessa área, como será oportunamente mostrado.

Outro fato de destaque em relação ao sistema hidrotérmico brasileiro é o da sua mudança de configuração, prevista no longo prazo, a partir da introdução no sistema, de forma cada vez mais intensa, de usinas termelétricas. Essa introdução, segundo ROSA & SCHECHTMAN (1996, p. 162), dependerá das “...condicionantes ambientais no planejamento do setor elétrico, em especial daquelas que afetam o aproveitamento do potencial hidrelétrico da região amazônica”, o que está a requerer, independentemente dos cenários previstos pela ELETROBRÁS, a “incorporação da questão ambiental na tomada de decisão através de uma discussão dos custos ambientais trazidos por ambas as tecnologias”.

Capítulo 3

Trajetória Tecnológica da Indústria da Eletricidade no Brasil: Contexto Histórico Evolutivo

No capítulo anterior abordou-se os principais aspectos técnicos e econômicos relacionados aos sistemas de potência, com ênfase naqueles que mais se aproximam das características do sistema elétrico brasileiro. Além da descrição dos elementos que configuram os três componentes básicos de um sistema de potência, mostrou-se as variáveis mais representativas envolvidas no planejamento da expansão e da operação dos sistemas; destacou-se que, na atualidade, à otimização econômica desses sistemas aliam-se, também, variáveis dos tipos ambientais e sociais, traduzindo-se numa maior complexidade, principalmente, em se tratando das ações de planejamento da expansão e da operação. A tecnologia da informação, em particular na área da modelagem de grandes e complexos sistemas juntamente com a utilização de *softwares*, desempenham, nesse aspecto, um papel central, na medida em que auxiliam na resolução dos problemas envolvidos. Sublinhou-se, também, a complexidade do sistema hidrotérmico brasileiro, como possuindo um alto grau de integração; e que, por isso, exige uma forte coordenação sistêmica.

A indústria da eletricidade, com as suas empresas de fornecimento de energia elétrica, fazendo largo uso de seus sistemas de potência (de tipos, complexidades e dimensões diversas), surgiu e desenvolveu-se em diferentes espaços nacionais, alimentadas pelas circunstâncias sócio-econômicas, técnicas e culturais de cada país. No entanto, o desenrolar desse processo foi determinado e animado por uma lógica mais ampla, qual seja, a do desenvolvimento do modo de produção capitalista, em particular, a partir do final do século

XIX. Este capítulo tem por objetivo analisar os principais aspectos históricos que contribuíram para o surgimento, o desenvolvimento e a consolidação da indústria da eletricidade no Brasil. Devido à sua natureza histórica, constitui-se num passo intermediário fundamental para a compreensão dos elementos mais representativos que conformaram a trajetória tecnológica do setor, com destaque especial para o papel que desempenharam nesse processo os agentes e as instituições econômicas e sociais, em particular as envolvidas, mais de perto, com a organização das atividades produtivas e comerciais das empresas de energia elétrica. Antecipa-se que dois grandes períodos da economia brasileira serão analisados, procurando verificar a natureza da inserção dessa indústria nesses dois momentos distintos. O primeiro, que vai do final do século XIX - quando a energia elétrica passou à ser utilizada no país - ao término dos anos 20, é denominado de agro-exportador; o segundo, que tem seu marco inicial em 1930 e avança até os dias atuais, é a chamada fase industrial.

Como será mostrado mais adiante, entre a iniciativa de implantação de um projeto político visando uma mudança dessa magnitude (no caso, o projeto de industrialização implementado pelas forças políticas que tornaram-se dominantes a partir da Revolução de 30) e os efeitos dessa mudança na economia, existe um longo prazo. Esse prazo decorreu, evidentemente, da própria inércia inerente ao tipo de transformação produtiva desejada e implementada, envolvendo variáveis, principalmente, de natureza política, econômica, financeira e social, difíceis de serem equacionadas de forma imediata.

Introdução

A eletricidade tornou-se uma inovação tecnológica no final do século XIX. Desde então, na medida em que o seu uso ia sendo difundido, foi tornando-se extraordinária a importância assumida por essa fonte energética na economia mundial; causando, também, grande impacto sobre a sociedade brasileira.

Este capítulo procura resgatar o panorama sócio-econômico forjador da produção, da comercialização e do uso da eletricidade no Brasil, a partir daquele final de século. Além disso, e o que é fundamental, busca explicitar a trajetória tecnológica desse setor, resgatando, na medida do possível, as formas de capacitação tecnológica envolvida no amplo processo de crescimento e de desenvolvimento dessa indústria no país.

Não obstante considerar necessário a realização de um esforço de reconstituição histórica em amplitude e profundidade do processo brasileiro de capacitação produtiva e

tecnológica da indústria da eletricidade, este capítulo se limitará a mostrar os traços mais relevantes desse processo, sublinhando os fatores que mais contribuíram para a conformação da trajetória do setor; mais precisamente, os principais agentes e instrumentos envolvidos na sua estruturação e na sua dinâmica produtiva e tecnológica.

Essa análise ganha relevância pelo fato da trajetória tecnológica perseguida pelas empresas do setor ter sido forjada no contexto do percurso sócio-econômico mais amplo do país, nas diferentes fases do seu desenvolvimento, em articulação, principalmente, com o capital internacional; seja na fase de economia agro-exportadora - modelo de desenvolvimento dominante, pelo menos, até o final da década de 1920 (porém, com fortes desdobramentos até o início dos anos 50); seja quando a opção nacional foi pela industrialização, tornada mais explícita nos anos 30.

Adianta-se que a tendência técnica evolutiva geral do setor foi marcada pela conformação e estruturação do paradigma hidrelétrico. A análise da evolução da capacidade instalada de geração de energia elétrica no Brasil (Gráficos 3.1 e 3.2, adiante e Tabela 3.1) põe em evidência que, desde cedo, esboçou-se uma tendência ao predomínio desse modelo de geração na estrutura produtiva do setor.

Gráfico 3.1

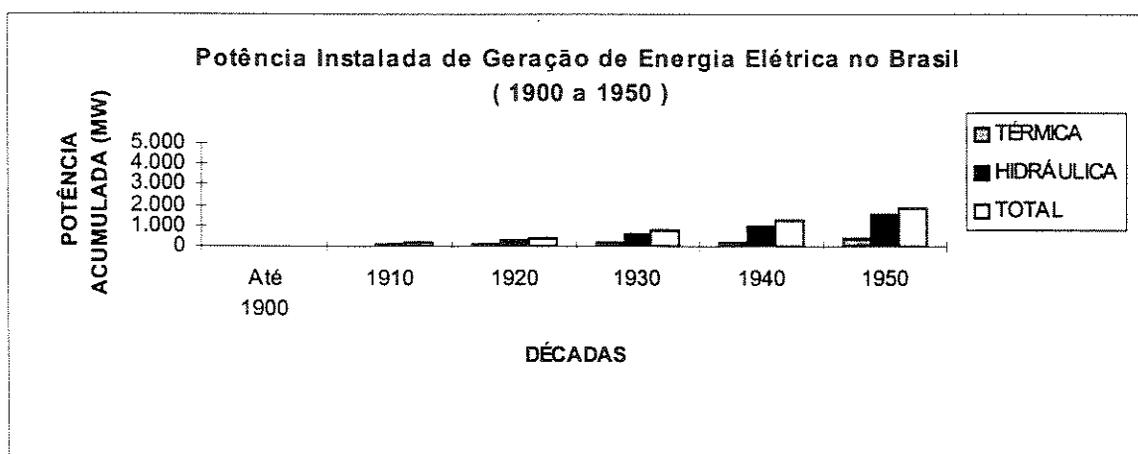
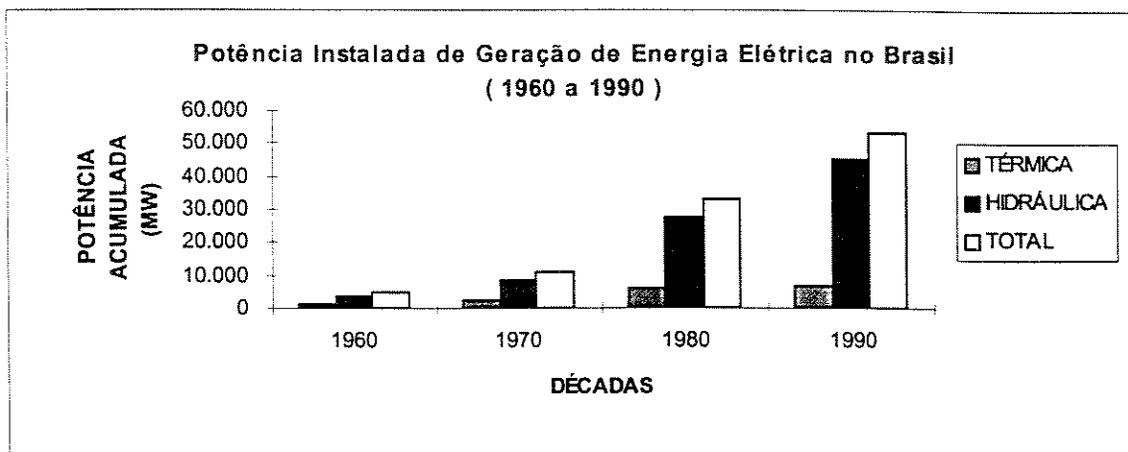


Gráfico 3.2



Já no início do século a energia hidráulica passou a ditar os rumos da estruturação das técnicas de geração na indústria e, durante todo o século XX, quando houve um crescimento sustentado da capacidade produtiva do setor, a participação da hidreletricidade nunca foi inferior a três quartos do total da capacidade de geração do país.

Pelo lado institucional, destacam-se duas fases, com lógicas distintas de dinamização e estruturação da indústria. A primeira, que durou, basicamente, até o início dos anos 60, na qual duas empresas multinacionais (LIGHT e AMFORP)¹ foram dominantes no fornecimento de energia elétrica ao país. Na segunda fase, que estende-se do início da década de 60 aos dias atuais, esse papel passou a ser desempenhado pelas empresas públicas federais e estaduais, que rearticularam e redinamizaram a participação dos agentes privados (nacionais e internacionais) nessa indústria.

Nessas duas fases, foram diferentes os esforços empreendidos e os objetivos alcançados no sentido de gerar e absorver os conhecimentos tecnológicos indispensáveis à dinamização produtiva e tecnológica do setor.

¹ O Grupo LIGHT começou a atuar no Brasil em 1899, através da organização, em São Paulo, da empresa "São Paulo Railwal LIGHT Co. Ltd.", mais tarde "São Paulo LIGHT". Em 1905, estabeleceu no Rio de Janeiro a "The Rio de Janeiro Tramways LIGHT & Power Co. Ltd. Essas passaram a constituir um complexo empresarial que passou a atuar no país sob a designação de LIGHT. A American and Foreign Power Company Limited - AMFORP, era uma empresa multinacional pertencente ao grupo norte-americano Electric Bond and Share, que, por sua vez, fazia parte de um grande conglomerado financeiro capitaneado pela J. P. Morgan & Co. Incorporated, ao qual também pertencia a General Electric-G.E.

3.1 Economia Agro-Exportadora e Fornecimento de Energia Elétrica

3.1.1 O Contexto Internacional no Final do Século XIX e Início do Século XX

A indústria da eletricidade começou a ganhar expressão econômica no final do século XIX, nos países capitalista centrais, a partir do início da generalização do uso desta fonte energética para a iluminação. Imediatamente, entretanto, sua utilização foi amplamente difundida para outros usos emergentes, em particular para as atividades comerciais e industriais.

Essa ampliação do uso da energia elétrica inscrevia-se, naquele período, num contexto de profundas transformações econômicas e tecnológicas em desenvolvimento nos países centrais, destacadamente nos Estados Unidos, na Alemanha e no Japão.²

Uma das características dessa nova fase do capitalismo (a primeira é considerada como a fase do capitalismo concorrencial), foi o surgimento, naquele bloco de nações em processo de industrialização, de grandes empresas (ou grandes conglomerados) internacionais, predominantemente nos ramos da siderurgia, química e eletricidade. Estas empresas, para viabilizarem-se técnica e economicamente, expandiam-se no plano mundial de forma oligopolizada; construindo, coordenando e gerenciando projetos diversificados de grandes escalas produtivas.

Nesse sentido, o controle dos mercados (local e externo) tornou-se uma estratégia vital das empresas que atuavam nesses ramos industriais para, de um lado, possibilitar a comercialização dos seus produtos (bens de consumo final, intermediários e de capital) e, de outro, viabilizar a compra das matérias primas indispensáveis aos seus processos produtivos.

Desta forma, emergiu no centro capitalista o que alguns passaram a denominar de II Revolução Industrial. Esta, muito mais que a primeira³, decorreu de radicais transformações nos processos industriais, induzidas, em grande medida, pela ampliação da aplicação nas

² Foram esses os principais países que deslocaram da Inglaterra, nesse período, a hegemonia econômica exercida por esse país no plano mundial, praticamente desde o advento da I Revolução Industrial.

³ Na I Revolução Industrial, na indústria metalúrgica, assim como na indústria têxtil, a maior parte das invenções que deram origem à técnica moderna não resultou da especulação abstrata, mas da necessidade prática e das experiências pessoais. Apenas quando da invenção e uso da máquina a vapor, é que a ciência aparece: "ao período empírico da revolução industrial sucedeu o período científico. Essa é uma das razões do excepcional interesse dessa invenção: ela pertence tanto à história da ciência quanto à da tecnologia." (MANTOUX, s.d., p. 311)

empresas dos avanços ocorridos nos conhecimentos científicos básicos desenvolvidos pelo sistema acadêmico.

Desta forma, a natureza das relações entre ciência e tecnologia vieram a ganhar um maior (e bem definido) relevo institucional, com as grandes empresas articulando, de forma organizada, a absorção do conhecimento gerado no interior das Universidades, através do apoio de uma importante inovação organizacional, ou seja, a implantação de seus próprios laboratórios de pesquisa, que visavam o desenvolvimento de novos produtos e processos produtivos.

Segundo MORAES & ARMELIM (1995), naqueles países que passaram a assumir a dianteira mundial do desenvolvimento econômico, “a pesquisa científica ou pesquisa básica, de um lado, e o desenvolvimento tecnológico, de outro, realimentavam-se mutuamente, levando ao crescimento, ao progresso e à riqueza.”

Foi nesse amplo contexto internacional acima assinalado que iniciou-se, embora de forma tímida, a utilização e a geração da eletricidade no Brasil.

3.1.2 A Economia Brasileira: do Fim do Século XIX ao Término dos Anos 20

O que talvez mais caracterize a economia brasileira no último quartel do século XIX, quando a indústria da eletricidade começou a ganhar os seus impulsos iniciais, era, de um lado, o início de um “processo de ajustamento”⁴ (de certa forma, ainda não concluído) da forma de trabalho escravo (originária de um longo período de ocupação econômica das terras brasileiras pelos europeus - em particular os colonizadores portugueses - a partir do início do século XVI) para o trabalho assalariado (já amplamente difundido nos EUA, na Europa e no Japão, naquela época) e, de outro, a concretização da transição do domínio, no interior da economia agro-exportadora brasileira, da produção e comercialização de um tipo de produto - o açúcar - para outro de natureza técnica e econômica distinta - o café.

Desde a constituição, no início do século XVI, da grande empresa colonial portuguesa nos territórios brasileiros até, basicamente, o meado do século XIX, a comercialização do

⁴ O termo “processo de ajustamento” foi empregado por PRADO Jr. (1970) referindo-se ao inconcluso processo de mudança da mão-de-obra escrava para a assalariada na economia brasileira. Diz ele: “No terreno econômico, por exemplo, pode-se dizer que o trabalho livre não se organizou ainda inteiramente em todo o país. Há apenas, em muitas partes dele, um *processo de ajustamento* (o grifo é meu) em pleno vigor, um esforço mais ou menos bem sucedido naquela direção, mas que conserva traços bastante vivos do regime escravista que o precedeu.”

açúcar para o exterior (cuja fabricação baseava-se na plantação extensiva de cana-de-açúcar e no trabalho escravo) era a principal atividade econômica do país. Só mais tarde foi que o café roubou-lhe esta supremacia, estendendo seu domínio econômico, praticamente, durante toda a metade do século XX. O café, na realidade, permitiu ao país reintegrar-se nas correntes em expansão do comércio mundial naquele final de século. (FURTADO, 1959, p. 140)

Dessa forma, nessa transição, em essência, não se modificou a natureza dependente agro-exportadora da economia brasileira. Apenas redefiniram-se os parâmetros e estabeleceram-se novos estímulos para o desenvolvimento local, em rearticulação, o que era fundamental para sua redinamização, é bem verdade, com o núcleo capitalista central.

Foi, entretanto, essa redinamização da economia cafeeira (possível, graças à incorporação de um enorme contingente de mão-de-obra assalariada, grande parcela vinda do exterior, e a existência de extensas linhas-tronco de ferrovias voltadas, única e exclusivamente, para escoar produtos primários para os portos e, daí, transporta-los fluvialmente para fora do país) que, sem dúvida, conduziu à uma certa diversificação e a um incremento das atividades locais, em particular as atividades de serviços, comerciais e industriais, com destaque, nesse caso, para a produção de têxteis e alimentos.

A importância do café, naquele tipo de economia, era tão grande que, além de possibilitar o autofinanciamento da extraordinária expansão do seu ciclo de negócios (plantação, produção e comercialização), custeou grande parcela das despesas econômicas e sociais necessárias àquele tipo de inserção do país na economia internacional,⁵ pelo menos até o final dos anos 20 deste século.

Por outro lado, também não se pode perder de vista a importância que tiveram para o estímulo das atividades industriais, de comércio e de serviços locais, no período em análise, de um lado, os esforços governamentais desenvolvidos no sentido de desencadear algumas

⁵ “A construção de estradas de ferro proveio, toda ela, da expansão do café. As linhas foram construídas pelos próprios plantadores com os seus lucros ou por estrangeiros seduzidos pela perspectiva do frete do café. Importantíssimo para os primórdios da indústria, mercê da necessidade de matérias-primas importadas, como a juta e o trigo, o porto de Santos foi igualmente um empreendimento do café. As primeiras fábricas eram acionadas por motores à vapor, alimentados por carvão de lenha ou carvão importado, mas a produção subsequente das máquinas dependia da instalação de sistemas urbanos de energia hidrelétrica. As companhias elétricas foram, amiúde, organizadas por cafeicultores desejosos de adornar suas cidades do interior com inventos modernos. As usinas que proporcionavam a maior cota de energia, as de São Paulo e Sorocaba, foram construídas por empresas européias e norte-americanas, cuja esperança de lucro se fundava, pelo menos indiretamente, no café, isto é, no crescimento urbano funcionalmente dependente do comércio do café.” (DEAN, 1971, p. 14)

obras públicas de vulto e, de outro lado, as retrações das economias inglesa (que, desde o final do século XIX, já vinha perdendo dinamismo) e americana - principais nações com as quais o Brasil mantinha um grande intercâmbio comercial, naquele período, que derivaram na I Guerra Mundial.

Desta forma, desde a virada do século XIX, as atividades econômicas apresentavam-se relativamente desenvolvidas no Brasil. Já era evidente a existência de um razoável crescimento das atividades industriais e um acentuado processo de urbanização em curso no país, a ponto de despertar o interesse do capital internacional para ampliar seus investimentos, em particular nas atividades de serviços básicos.

Entre 1903 e 1913, "...são de fato as transformações em curso na economia nacional que dão margem ao surgimento de novas oportunidades de inversão. O movimento de diversificação da economia lança as bases de uma estrutura produtiva mais complexa e abre espaço para novas aplicações. O processo é, pois, deflagrado pelo crescimento das cidades, exigindo a expansão dos serviços urbanos (iluminação, bondes, portos que servissem à intensificação do comércio inter-regional, telefones, obras públicas e construção civil) e dando margem a novos avanços no campo industrial." (CASTRO, 1979)

Estes tipos de serviços tornaram-se de grande interesse para a realização de investimentos e, conseqüente, de lucros, por parte dos conglomerados multinacionais em expansão. Não só na fase de prestação desses serviços como, também, pela possibilidade aberta para o fornecimento de equipamentos de produção e usos diversos necessários ao funcionamento daquelas atividades.

A partir do final do século XIX e início do século XX, passou a existir no Brasil um importante movimento no sentido da construção de obras de infra-estrutura de grande porte. Nessa onda, foram construídas: estradas de ferro e de rodagem; diversas obras portuárias e hidráulicas - de abastecimento de água, esgotos e saneamento; inúmeras obras de construção civil e urbanismo. E, além disso, um rol de atividades industriais foram realizadas - onde destacava-se, já no século XIX, os empreendimentos do Barão de Mauá, como a Fábrica de Ponta D'Areia; as atividades de construção naval - como as existentes nos vários Arsenais de Marinha. Enfim, constituíam-se num conjunto de realizações de suma importância para o início do desenvolvimento das atividades ligadas ao fornecimento de energia elétrica no país.

Certamente, ao mobilizarem a mão-de-obra local, nos seus diversos segmentos (projetos de construção, manutenção, reparos, etc.), essas realizações acabavam traduzindo-se em importantes fontes de aprendizado para formação dos recursos humanos.

Paralelo à essas ações, ao mesmo tempo em que a complexidade da economia ia exigindo, desenvolviam-se outras atividades fundamentais, que contribuíam para sustentar qualitativamente o processo de desenvolvimento: era a organização das Escolas de Engenharia. Esses estabelecimentos de ensino superior, passaram a desempenhar uma importância central na formação da mão-de-obra mais qualificada. Nas três últimas décadas do século XIX foram organizadas no país sete importantes escolas.⁶ Só mais tarde, entretanto, face à crescente, embora ainda tímida, demanda de profissionais pela indústria em constituição, foi que alguns estabelecimentos de ensino voltaram-se para a formação de engenheiros eletricitistas. Dentre esses estabelecimentos, destaca-se a organização da Escola de Engenharia de Itajubá, em Minas Gerais, inaugurada em 1912.

Para a organização dessa rede de ensino superior muito contribuiu a vinda do exterior de experientes profissionais. Contratados para lecionarem naqueles estabelecimentos de ensino, vários profissionais acabavam envolvendo-se, além de suas tarefas educacionais, em outras atividades econômicas básicas para o desenvolvimento do país, contribuindo, dessa forma, para o amplo processo de aprendizado da mão-de-obra local.

Da mesma forma, praticamente no fim da primeira década do século XX, as autoridades acordaram para o problema da necessidade da organização de estabelecimentos escolares voltados para a administração sistemática do ensino profissional, fundamental à qualificação da mão-de-obra brasileira, já naquele período.⁷ Isso porque, a economia passara a ficar,

⁶ São elas: a Escola Politécnica do Rio de Janeiro (1874), a Escola de Minas de Ouro Preto (1875), a Escola Politécnica de São Paulo (1893), a Escola de Engenharia de Pernambuco (1895), a Escola de Engenharia Mackenzie, em São Paulo (1896), a Escola de Engenharia de Porto Alegre (1896) e a Escola Politécnica da Bahia, em Salvador (1897). (TELLES, 1994)

⁷ Nilo Peçanha, em 1906, quando Presidente do Estado do Rio, criou pelo Decreto 787, de 11 de setembro, quatro escolas profissionais naquela unidade federativa, situando-as em Campos, Petrópolis, Niterói e Paraíba do Sul, sendo as três primeiras para ensino de ofícios e a última destinada à aprendizagem agrícola. A nível federal, o Decreto 7566, de 23 de setembro de 1909, estabeleceu, nas capitais dos Estados, escolas de aprendizes de artífices. O Decreto 7566, entretanto, representou o marco inicial das atividades do governo federal no campo do ensino de ofícios. Desta forma, em 1910, foram instaladas dezenove escolas, embora em edifícios inadequados e em precárias condições de funcionamento das oficinas. (FONSECA, 1961, p. 162 e 168)

naquela época, mais complexa e diversificada, exigindo, portanto, mão-de-obra um pouco mais especializada.⁸

Evidentemente, o fato de predominar no país uma mentalidade ainda voltada para o desenvolvimento das atividades agrárias; de haver uma enorme segregação social; e de existir uma mentalidade cultural ainda incipiente, acabavam por não estimular à contento a realização de tais atividades.

Entretanto, na década de 20, essa situação passou a assumir um novo rumo. A Semana de Arte Moderna, em 1922, em São Paulo, e o Movimento Tenentista, tornaram-se importantes referências de ações culturais, políticas e sociais que revelavam o despertar da consciência nacional para a necessidade da tomada de posição em relação ao desejo de novos rumos para o desenvolvimento do país.

Em 1929, eclode mais uma crise depressiva da economia mundial. Essa, muito concorreu também para arrefecer o ímpeto do ciclo agro-exportador, gerando uma crise de grandes proporções na economia local; ao mesmo tempo em que, internamente, se estabeleciam as condições políticas para que se redefinisse o modelo de desenvolvimento concebido, até então, no país.

A vontade política pela industrialização passou a assumir uma tendência mais nítida no Brasil, em que pese os interesses da classe dominante rural.

3.1.2.1 Os Serviços de Energia Elétrica no Período Agro-exportador

A energia elétrica tornou-se uma inovação tecnológica nos países da Europa e nos Estados Unidos na última metade do século XIX. Logo que isso ocorreu, essa fonte energética passou a ser também utilizada no Brasil.

Entretanto, nesse início, e durante um longo período da economia brasileira, a indústria da eletricidade restringiu-se à atuação das empresas de fornecimento. Dessa forma, pouco, ou, praticamente, nenhum esforço de inovação foi realizado no país visando-se fabricar os

⁸ De acordo com FONSECA (1961, p. 162), “por ocasião da proclamação da República existiam, em todo o país, 636 estabelecimentos industriais. Daquela data até 1909, fundaram-se 3362 outros. Em vinte anos o crescimento havia sido extraordinário. A quantidade de operários empregados naquelas indústrias também crescera bastante. Em 1889, eram 24.369 homens e, em 1909, já o número subira a 34.362. Mas a indústria não aumentara apenas em quantidade; suas necessidades eram, agora, muito mais complexas; as tarefas a executar estavam a exigir homens com conhecimentos especializados, capazes de realizar seus serviços usando técnicas próprias. O desenvolvimento da indústria indicava a necessidade do estabelecimento do ensino profissional. Urgia, ao governo, tomar providências.”

equipamentos componentes da cadeia produtiva: geração, transporte, distribuição e utilização de energia elétrica. Portanto, era necessário trazer do exterior os materiais e equipamentos de toda a cadeia de produção, bem como dispor de pessoal, com um certo nível de qualificação, para colocar em funcionamento as instalações.

Dessa forma, gradativamente, foram sendo realizadas algumas aplicações locais nas áreas de geração, transporte e utilização de energia elétrica. Estas eram realizadas, muito esporadicamente, tanto por agentes públicos quanto pela iniciativa de privada. Entretanto, algumas, embora em escala reduzida, causaram um extraordinário impacto no comércio internacional, particularmente para as exportações de café, que iniciava a sua escalada de negócios, e as importações de produtos manufaturados, como foi o caso, por exemplo, da implantação do sistema de comunicações com base nos telégrafos,⁹ através da utilização dos cabos submarinos¹⁰

A energia elétrica, para o atendimento daqueles e de outros usos, de proporções reduzidas, era, em geral, fornecida através de pequenas unidades térmicas, tais como geradores de corrente contínua acionados, quase sempre, por máquinas à vapor, ou, em menor proporção, pilhas.

Por outro lado, também as atividades industriais, mineradoras (ambas, entretanto, ainda incipientes) e outras atividades agrícolas passaram, da mesma forma, a ter seus interesses despertados para a utilização direta da energia elétrica em seus processos produtivos, motivando a realização de projetos de maior envergadura. Foi o caso, por exemplo, da implantação de um dos primeiros aproveitamentos hidrelétricos do Brasil que se tem notícia: o de Ribeirão do Inferno, em Diamantina (MG).¹¹

⁹ TELLES (1984, p. 383) sublinha que “em 1852, inaugurou-se o telégrafo elétrico; ...em 1873, inaugurou-se o cabo telegráfico submarino do Rio de Janeiro até Belém do Pará e, no ano seguinte, até a Europa; em 1878, houve a primeira experiência com um aparelho telefônico.”

¹⁰ Embora muito pouco representasse em termos de escala de consumo, essa aplicação, certamente, causou um impacto significativo sobre a economia do país. Sim, pois esse tipo de serviço possibilitava a ampliação e a diversificação das comunicações entre o Brasil e seus mercados exportadores (de produtos manufaturados) e importadores de matérias primas e produtos agrícolas, notadamente o mercado europeu. Segundo DEAN (1971, p. 9), além da importância da fundação das casas importadoras e do início das operações bancárias ultramarinas, naquele período, o sistema comercial foi tornando-se mais eficiente e mais amplo à medida em que se estendiam os cabos submarinos.

¹¹ TELLES (1994, p. 563) assim se refere à esse empreendimento: “...em 1883, entra em operação uma instalação que foi o primeiro aproveitamento hidroelétrico no Brasil, e dos pioneiros em todo o mundo: compunha-se de dois dínamos Gramme, de 4,8 CV, 360 volts, 13 amp., acionados por uma roda d’água de madeira com 3,25 m de diâmetro. O interessante nessa instalação, projetada e construída pelo engenheiro Arthur Thiré, que era professor na Escola de Minas de Ouro Preto (o grifo é meu), é que a energia elétrica era utilizada a 2 km do ponto de geração, havendo assim a linha de transmissão mais longa existente no mundo nessa época!”

Observa-se, assim, já os primeiros reflexos sobre o desenvolvimento do setor das escolas de engenharia organizadas no país. Não só isso, mas também a importância da mão-de-obra especializada externa, uma vez que grande parte dos professores que iniciaram o ensino naqueles estabelecimentos eram trazidos, em geral, de países com um nível de desenvolvimento sócio-econômico mais elevado que o Brasil. Essa mão-de-obra acabava contribuindo, também, para a organizar outras atividades produtivas, como foi o caso do engenheiro Arthur Thiré.

Gradativamente foram sendo incorporados à estrutura de produção e consumo do setor equipamentos elétricos e eletromecânicos mais sofisticados que, aos poucos, foram substituindo os equipamentos mais antigos como, por exemplo, as rodas d'água. Muitas dessas iniciativas eram realizadas pelos próprios industriais, com algum conhecimento adquirido sobre a indústria elétrica, em muitos casos, de forma autodidata.

Em 1889, por exemplo, entra em operação a Usina Marmelos Zero, próximo a Juiz de Fora - MG. Essa usina, possuía importantes avanços tecnológicos para a época, destacando-se os usos de turbinas hidráulicas e corrente alternada, talvez pela primeira vez no país.¹²

Dessa forma, era comun esse tipo de iniciativa, na qual, a partir do atendimento das demandas de eletricidade dos seus próprios estabelecimentos comerciais, industriais ou agrícolas, criava-se a possibilidade (e a necessidade) de se estender o atendimento para usos fora daqueles estabelecimentos.

A iluminação, por exemplo, constitui-se, desde cedo, num desses usos preferidos. A difusão da eletricidade visando a iluminação realizou-se, inicialmente, tendo em vista a substituição do emprego extensivo dos lampiões e do gás na iluminação pública.¹³

A linha do Niágara tinha somente 1,5 km. A energia elétrica destinava-se ao acionamento de bombas para o desmonte de terreno diamantífero, por meio de jatos d'água, na *Mineração Santa Maria*."

¹² A Usina Marmelos Zero possuía duas turbinas que acionavam um alternador monofásico de 125 kW, 1.000 volts e 60 ciclos. Posteriormente (1896), foi inaugurada uma nova usina, em local próximo à primeira, dimensionada para operar quatro alternadores de 300 kW, acionados por turbinas Francis. O objetivo dessa usina era o fornecimento de eletricidade, não só para a *fábrica de tecido* (o grifo é meu) pertencente a seu idealizador, *projetista e construtor, o industrial* (o grifo é meu) Bernardo Mascarenhas, mas também para a iluminação pública da cidade de Juiz de Fora, cujo projeto de iluminação também foi idealizado pelo industrial. (TELLES, 1994)

¹³ Sobre o estabelecimento no Brasil de empresas produtoras de gás como uma das formas de expansão do capital inglês a partir do meado do século XIX, comenta-se: "No setor de serviços básicos, que perfaz cerca de 58% dos investimentos no período, resalta-se o surgimento das companhias de gás. Essa é uma das mais importantes aplicações britânicas no período. Indústria jovem na própria Inglaterra, onde crescia rapidamente desde 1840, constituiria uma importante frente de expansão do capital inglês; note-se que o estabelecimento dessas unidades, tão importante nesse primeiro período, praticamente desaparece, à medida que nos deslocamos para o final do século" (CASTRO, 1978, p. 35) Isso, evidentemente, deveu-se ao processo de concorrência a que

Posteriormente, foi sendo gradualmente utilizada, também, nas casas particulares; fato esse que tornou-se possível após a ocorrência de avanços tecnológicos realizados pelas empresas do exterior nos tipos de lâmpadas,¹⁴ com impacto interno nos preços de comercialização desse produto.

Além desses usos, no final do século passado, destaca-se a utilização da eletricidade nos transportes públicos urbanos, em substituição às formas de tração empregadas nos antigos bondes, ou seja, animais ou locomotivas à vapor.

No entanto, inexistiam no Brasil, nesse período, tanto empresas especializadas no fornecimento de energia elétrica quanto àquelas voltadas para a fabricação dos equipamentos necessários a essa finalidade, bem como organizações que realizassem os demais serviços correlatos. Isso era um fato, embora, gradativamente, o mercado local estivesse expandindo-se, à ponto de passar a justificar o interesse de empresários internacionais que passaram a visar a realização de lucros, em maior proporção, através do fornecimento de eletricidade e da comercialização dos equipamentos e materiais envolvidos nessa atividade.

Por outro lado, nesse período, o capital internacional, ao mesmo tempo em que difundia no mundo as principais inovações relativas à indústria da eletricidade, jantecipava-se no estabelecimento de formas de controle das invenções e das inovações como, por exemplo, a constituição de um sistema de patentes.¹⁵

foi submetido esse tipo de indústria em função da expansão do uso da energia elétrica para a iluminação, no final do século.

¹⁴ “...a iluminação elétrica, que foi aos poucos substituindo os velhos lampiões - em algumas cidades a iluminação a gás - , foi uma das primeiras aplicações da eletricidade. Na virada do século, eram 16 as cidades brasileiras que já dispunham de alguma iluminação elétrica, que se restringia porém, em todas elas, à iluminação pública de algumas ruas centrais. Note-se que por essa época, somente as lâmpadas de arco voltaico, apropriadas para a iluminação de grandes ambientes, ofereciam reais vantagens sobre a iluminação a gás; as primeiras lâmpadas incandescentes, de filamento de carvão, eram nitidamente inferiores aos bicos de gás. Por isso, a iluminação elétrica em casas particulares só se tornou vantajosa quando mais tarde apareceram as lâmpadas incandescentes de filamento de tungstênio.” (TELLES, 1994, p. 432)

¹⁵ A partir do fim do século XVIII e, principalmente no século XIX, os Estados Unidos e grande parte dos países europeus estabeleceram suas legislações específicas para a concessão de patentes de invenção. (BEN-AMI, 1983, p. 4) No Brasil, o direito sobre a produção intelectual dos inventores, já havia sido assegurado desde a Constituição do Império, em 1824. A primeira legislação sobre patentes data de 1830. Dessa forma, encontramos no país “no decorrer do último século, inúmeras patentes de titulares estrangeiros, principalmente no decorrer do último quartel. Assim que, Thomas Edson foi um deles: em 1878, obteve patente para *aparelho e processos destinados a iluminação elétrica pública e particulares*; em 1883 obteve patente para *aparelho de luz elétrica*. Outro grande inventor - Alexander Graham Bell - requereu e obteve no Brasil, em 1883, patentes para *aplicação de eletricidade e receptores telegráficos com aplicação ao telefone*. Por seu turno, a companhia norte-americana Brusk Electric...obteria, em 1883, três patentes relativas à *iluminação, transmissão e recepção elétrica*.” (BARBOSA, 1978) (os grifos são meus)

Esse sistema já estava estabelecido nos principais mercados do mundo, inclusive no Brasil, embora o país, na época, não se constituísse num grande mercado.

Dessa forma, os esforços de inovação relativos às atividades na área da eletricidade já passavam, necessariamente, pelo controle externo; mesmo porque, o nível do desenvolvimento industrial do brasileiro e as motivações econômicas, nesse período, eram bastante reduzidas para justificarem interesses mais amplos no setor.

No início do século XX, entretanto, passaram a ser mais expressivos os aportes de capital de diversas companhias estrangeiras na geração e no fornecimento de eletricidade.¹⁶ Os investimentos dessas empresas representaram, aproximadamente, 10,0% do total investido pelo capital internacional no país naquele período.¹⁷

Por outro lado, não se pode negligenciar os esforços empreendidos pelas empresas privadas locais, que também passaram a ter seus interesses despertados para o fornecimento de energia elétrica. Dessa forma, torna-se interessante confrontar o tipo de estratégia organizacional e produtiva dessas empresas vis-à-vis a estratégia dos grupos internacionais que atuavam nessa atividade.

Tomando-se, por exemplo, os casos da LIGHT e da Companhia Brasileira de Energia Elétrica - CBEE¹⁸, que constituiu-se, talvez, na mais importante empresa brasileira em atuação no setor, durante o período em questão, é possível formular algumas hipóteses à respeito do processo de mudança tecnológica da indústria nesse interregno.

A base técnica da geração de energia elétrica, como já se disse, repousava nos sistemas hidrelétricos. Por sua vez, uma exploração que visasse um mercado mais amplo passava, necessariamente, primeiro, pela garantia de controle desse mercado; isso era feito, preferencialmente, através da garantia de controle das áreas de concessão, muitas vezes

¹⁶ Completaram-se nos três primeiros quinquênios do século XX, “os investimentos das empresas canadenses: São Paulo Tramway, LIGHT and Power (1899 - 2,5 milhões de libras, aproximadamente), Rio de Janeiro Tramway, LIGHT and Power (1905 - 10,3 milhões, aproximadamente) e São Paulo Electric Co., Ltd (1911 - 2 milhões).” Além disso, “...algumas companhias pouco conhecidas, mas com importante volume de capital: Pernambuco Tramway and Power Co. Ltd (Inglaterra - 1913 - 2 milhões de libras); Southern Brazil Electric Co. Ltd. (1,3 milhão) e Bahia Tramway, LIGHT and Power Co. (1905 - 720 mil libras).” (CASTRO, 1978, p. 102)

¹⁷ No período compreendido entre 1860 e 1913, “não fosse o investimento estrangeiro em energia elétrica, a necessária mobilização de capital por parte das empresas manufatureiras nacionais teria sido muito superior às suas possibilidades, comprometendo, certamente, o avanço industrial no período. Por outro lado, não fosse a existência de um parque industrial que demandasse esses serviços - ou um certo “grau de desenvolvimento das forças produtivas” já alcançado no país - o ingresso de companhias estrangeiras no setor gerador de energia não se teria verificado. (CASTRO, 1978)

¹⁸ O Apêndice 2 apresenta um retrato sucinto das atividades dessas empresas no país e no período em análise

utilizando-se de expedientes “políticos” junto aos Órgãos públicos municipais. Depois, pelo aproveitamento dos recursos hídricos de maior vulto, cada qual com uma configuração física própria. Além disso, tendo em vista a localização desses recursos, um problema tecnológico adicional que se colocava era o do transporte da energia elétrica aos locais de consumo, na medida em que os aproveitamentos hídricos se distanciavam dos centros de consumo.

Outro aspecto central nesse processo foi a forma de mobilização da mão-de-obra necessária à construção e operação dos empreendimentos, num período escasso de recursos humanos com formação técnica e administrativa adequadas a esse tipo de negócio.

Duas atividades básicas, entretanto, centralizavam a atenção das empresas que atuavam nessa área: uma relativa à implantação, em si, dos empreendimentos e outra voltada para sua operação técnico-administrativa. Essas atividades mobilizavam, sem dúvida, um maior esforço de geração e de absorção de conhecimentos técnicos, principalmente a primeira. Dessa forma, exigiam dos atores envolvidos (concessionárias nacionais e estrangeiras) pelo menos três tipos distintos de esforços: a) estudo, projeto e construção de usinas; b) compra, montagem e manutenção dos equipamentos e instalações; e, c) o domínio de técnicas de planejamento e operação de sistemas elétricos.

De uma maneira geral, no período em análise, as empresas praticamente não aplicavam técnicas mais sofisticadas de planificação da oferta de eletricidade.¹⁹ Além disso, não se faziam usos de técnicas para previsão de demanda. A “sensibilidade” dos empresários e as escassas estatísticas sobre o país, cujos primeiros censos oficiais foram publicados em 1907, eram os principais instrumentos com que contavam as empresas para organizar a expansão no mercado. Dessa forma, voltavam-se, muito mais, para a realização de esforços que visassem a ampliação do uso da energia elétrica, para cobrir sua oferta, quando excedente. Nesse sentido, estimulavam campanhas junto à população mostrando as vantagens do uso da energia elétrica

¹⁹ Em 1924 houve uma crise aguda de abastecimento de energia elétrica em São Paulo. Esta crise decorreu de uma estiagem prolongada nesse estado. A falta de planejamento da oferta de eletricidade das empresas do setor, em particular da São Paulo LIGHT, ficou explícita nesse caso, na medida em que, esse fato resultou na ausência de investimentos que pudessem suprir as deficiências energéticas naquele ano, naquelas condições hidrológicas desfavoráveis. Os estudos sistemáticos relativos a avaliação do potencial hidráulico brasileiro iniciaram-se, ainda de forma tímida, só no início dos anos 20, a partir da criação da Comissão de Forças Hidráulicas, subordinada ao antigo Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil. Dessa forma, a procura e a avaliação dos aproveitamentos hidráulicos para fins energéticos eram realizadas pelas empresas de forma bastante aventureira, facilitadas, no entanto, pela abundância e pela proximidade desses recursos dos principais centros de consumo do país. (Rio de Janeiro e São Paulo)

e, para isso, lançavam mão de diversos meios, inclusive publicidades em jornais, revistas especializadas, etc.

Constata-se, além disso, que tanto as empresas privadas nacionais quanto as estrangeiras faziam uso, em larga medida, da importação dos principais equipamentos eletro-mecânicos, materiais diversos e das instalações necessárias à construção dos sistemas de potência. Grande parcela desses equipamentos era originária dos Estados Unidos ou (em menor proporção) da Europa. No mercado europeu, as empresas nacionais eram as que mais se sobressaíam nas compras.

O porte e a estrutura financeira e organizacional da LIGHT, por exemplo, por certo, conferiam-lhe extraordinárias condições para estabelecer uma ligação praticamente direta com seus fornecedores do exterior (destacadamente, a General Electric - GE e a Westinghouse), apoiada, naturalmente, pelo sistema bancário. Além disso, possuía quadros técnicos qualificados para a introdução e a operação dos equipamentos, em articulação com os técnicos daquelas empresas. Já as concessionárias nacionais, de uma maneira geral, de menor porte, lançavam mão, em geral, das chamadas “Casas de Importação” ou da compra direta nas subsidiárias das empresas de equipamentos elétricos aqui instaladas.²⁰

Por outro lado, a importação, é bem verdade, pela sua própria natureza, exigia que determinadas operações fossem realizadas localmente. DEAN (1974, p. 26) ressaltou que “a instalação de equipamentos hidrelétricos, por exemplo, de fiações ou pontes de balança requeria uma perícia técnica cujo exercício o comprador, por via de regra, deixava a cargo do importador. Este, freqüentemente, se via obrigado a completar no local a manufatura de artigos que eram muito caros para serem embarcados completamente transformados...”. Esse fato, entre outros, contribuía para que, muitas vezes, o importador se envolvesse em atividades

²⁰ “A princípio, a aquisição de artigos elétricos estava em geral condicionada aos contratos de compra estabelecidos com os grupos monopolistas estrangeiros, por intermédio de importadores sediados nas cidades do Rio de Janeiro e de São Paulo...A comercialização de material e equipamentos elétricos era feita por firmas importadoras como a Zerrener Bulow, Bromberg e Cia., Byington e Cia., Aluminium Co., Casa Haupt e Cia., Schneider e Cia., entre outras...A partir da entrada da LIGHT no Brasil, as importações de equipamentos e material elétrico passaram a ser feitas também pela própria LIGHT e, mais tarde, pela AMFORP, que tinha acesso privilegiado às fontes de financiamento internacionais...A atuação dos oligopólios internacionais de equipamentos e materiais elétricos no Brasil não se limitou à venda de seus produtos às firmas importadoras tradicionais e às grandes concessionárias estrangeiras. Antes mesmo de 1890, a Thomson-Houston, predecessora da General Electric Co., já havia estabelecido uma subsidiária para vendas no Rio de Janeiro. Em 1900, a Ericsson sueca e a GE dispunham de escritórios também no Rio. Outras empresas estrangeiras incorporaram subsidiárias em território nacional, como a Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft (AEG), em 1913, a própria Ericsson, em 1924, a Philips, em 1925, e a Standard Electric, em 1926. A General Electric, que organizara, em 1919, uma sociedade anônima, tornou-se, na década de 1920, a empresa hegemônica no mercado brasileiro.” (CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE NO BRASIL, 1993, p. 69-70)

industriais, uma vez que passava a dispor, tanto da perícia técnica, quanto dos mecanismos financeiros e comerciais necessários aos investimentos.

Foi por isso, certamente, que o grupo Guinle & Cia, que mais tarde transformou-se na CBEE, adotou uma estratégia de atuação e crescimento que abrangia uma ampla integração e articulação produtiva e comercial, envolvendo as empresas internacionais fabricantes de equipamentos de uso e produção de eletricidade. Suas iniciativas iniciais para a construção de usinas hidrelétricas tiveram que ser adiadas, em função de interesses mais imediatos, na época, direcionados para atividades nas quais a firma já havia adquirido uma certa especialização, ou seja, realização de obras hidráulicas, construção de estradas, portos, etc. (CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE NO BRASIL, 1993, p. 75).

Entretanto, em 1903, a Guinle & Cia adquiriu dos fabricantes internacionais de equipamentos uma casa de importação e representação e, aí sim, passou a dedicar-se também às atividades de projeto e construção de usinas, articulando essas atividades à comercialização de produtos eletro-mecânicos e de materiais elétricos. (CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE NO BRASIL, 1993, p. 75)

Em 1909, a Guinle & Cia transforma-se na CBEE, explicitando seus interesses mais abrangentes de expansão no mercado. Essa estratégia conferiu-lhe grande poder concorrencial, a julgar pelo crescimento diversificação dessa empresa nos anos que se seguiram, pelo menos até 1927, quando os seus principais acionistas resolveram vendê-la para a AMFORP, que passou a atuar no país muito mais voltada para a aquisição de empresas (em áreas de concessão fora dos interesses da LIGHT) do que construindo usinas.²¹

Por certo, o poder concorrencial exercido pelas empresas internacionais, numa economia aberta como a brasileira, durante a República Velha, tornava muito difícil, se não impossível, para as empresas locais atingirem um certo nível de desenvolvimento tecnológico e organizacional que fosse suficientemente forte para enfrentar a concorrência. Dessa forma, os esforços internos eram constantemente anulados. As dimensões financeira e organizacional das empresas multinacionais conferiam-lhes as condições necessárias e suficientes para o

²¹ É importante sublinhar que as empresas internacionais possuíam formas mais desenvolvidas no que se relaciona aos métodos organizacionais utilizados em suas empresas. A AMFORP, por exemplo, resolveu adotar no país uma ação mais voltada para a incorporação das empresas já em funcionamento. Para a realização da execução de sua estratégia, esta empresa criou a Companhia Auxiliar de Empresas Elétricas Brasileira (CAEEB), encarregada de desenvolver uma estrutura administrativa centralizada para o conjunto das suas empresas.

estabelecimento de uma forma de atuação que visava o controle amplo da indústria que, necessariamente, passava pelo controle do mercado consumidor.

Por outro lado, a natureza da economia agro-exportadora pouco estimulava as ações das empresas nacionais nessa área. Nesse sentido, as iniciativas que existiam eram, normalmente, realizadas por grupos isolados, que não contavam com qualquer incentivo governamental para o desenvolvimento das suas atividades empresariais, uma vez que as políticas econômicas do Estado, centrada no uso dos mecanismos cambiais, estavam voltadas, única e exclusivamente, para viabilizar a exportação de produtos primários, em particular o café.

Contudo, as atividades de projeto e de construção de usinas hidrelétricas reuniram e catalisaram conhecimentos técnicos que contribuíram para estabelecer as bases que permitiriam tornar o país auto-suficiente na realização dessas atividades no período ulterior. Isto ocorreu devido a um conjunto de circunstâncias, dentre as quais destacam-se os seguintes fatos: i) do país, no período, já ter desenvolvido um corpo de conhecimentos indispensáveis para que estas atividades pudessem se realizar,²² de forma a possibilitar a absorção e, até mesmo, a criação de novas técnicas de construção;²³ ii) das soluções dos projetos de construção ser, essencialmente, de natureza local, demandando conhecimentos que envolviam amplamente recursos internos, principalmente humanos.

Embora as empresas internacionais (principalmente a LIGHT) detivessem maior *know how* técnico para a realização dessas atividades, pois se utilizavam amplamente dos especialistas do exterior na concepção e na coordenação dos seus principais projetos, as firmas locais cumpriam com razoável desempenho suas tarefas nessa área.²⁴ Diversos foram os

²² A construção das estradas de ferro e de rodagem; o desenvolvimento das atividades de construção civil e urbanismo; a realização de diversas obras portuárias e de obras públicas; o surgimento das atividades industriais e o próprio aparecimento e difusão dos usos do concreto armado e da energia elétrica contribuíram sobremodo para o aprendizado da mão de obra nacional, tanto do operariado, quanto dos engenheiros, cujas escolas de formação, como mencionamos anteriormente, começaram a proliferar ainda no século XIX. A despeito de, até o início da década de 1920, não terem existido aqui no Brasil, como afirma TELLES (1993, p. 707), “grandes firmas empreiteiras de obras de engenharia como hoje conhecemos...”.

²³ Com o desenrolar das atividades no setor elétrico, principalmente “na construção de obras hidrelétricas muitas inovações foram feitas. Podem ser citadas o cálculo e projeto de tubulações forçadas para altíssimas quedas, a instalação pioneira de unidades reversíveis Francis Kaplan, a tecnologia de aterros hidráulicos (Billings foi o primeiro a registrar o fenômeno de “liquefação”), a teoria e prática de consolidação de taludes por drenagem (Terzaghi), um sistema completo de previsão hidro-meteorológica, para a operação plurianual racional de reservatórios de acumulação, o controle de enchentes através da operação dirigida por registradores pluviométricos.” (SOUZA, 1982, p. 163)

²⁴ O fato mencionado pelo engenheiro Cezar Rabello, que por muitos anos foi o Diretor Técnico da CBEE, de que uma das principais dificuldades na instalação da Usina de Piabanha estava relacionada à transmissão de energia elétrica, é ilustrativo de que na área de construção civil das usinas os esforços se desenvolviam com tranquilidade.

trabalhos de construção de barragens e outras obras hidráulicas realizadas por construtores nacionais, dando a estes conhecimentos técnicos, relativamente avançados. Soma-se a isso, a participação da mão-de-obra local na geração e absorção de inovações no projeto, na construção e, em alguns casos, até mesmo, no gerenciamento das empresas estrangeiras que aqui atuavam.

Esse somatório de ações, sem dúvida, estabeleceram, embora de forma embrionária, as bases para o desenvolvimento das diversas atividades relativas ao projeto, construção, operação de usinas e organização das atividades gerenciais relativas à esses empreendimentos, no período que ora será analisado.

3.2 Transição para uma Economia Industrial: o Brasil Após os Anos 30

Embora as reivindicações dos agentes locais para a implantação de indústrias no país, como forma de acelerar o desenvolvimento econômico, fosse um pleito colocado já no século XIX²⁵, foi somente na Revolução de 30 que essas reivindicações ganharam contornos mais evidentes, a partir da intervenção da União no planejamento da economia brasileira.

Essa intervenção, que começou a ganhar consistência política e econômica ainda no início da grande depressão mundial dos anos 30, foi fundamental no sentido de, por um lado, superar a crise do modelo primário-exportador e, por outro, aprofundar, já a partir desse período, o processo de desenvolvimento da economia brasileira, que seria baseado na Industrialização por Substituição das Importações - ISI.

A grande depressão na economia mundial, a partir da crise financeira de 1929, cujas causas ainda permanecem em debate, desdobrou-se no Brasil através de duas ocorrências de forte impacto econômico, social e político: o corte do fluxo de capital estrangeiro para o país e, paralelamente, uma acentuada queda nos preços dos produtos primários no mercado mundial, dentre eles, o café.

O desdobramento da crise mundial e seus reflexos sobre a sociedade brasileira, aliada ao crescimento dos movimentos nacionalistas locais (movimentos, esses, diga-se de passagem, crescentes internacionalmente, desde o término do primeiro conflito mundial) estabeleceram as condições para se alargar o processo de industrialização do país. A modernização passou a traduzir-se como sinônimo de industrialização.

²⁵Uma ampla análise desse aspecto foi realizada por LUZ (1975).

O processo de ISI no Brasil, por sua vez, em particular no segundo pós-guerra, quando realizado de forma mais organizada, redundou no aprofundamento da assunção pelo governo federal (e também pelos governos estaduais), além das funções normatizadora e reguladora, a de empresário, passando a atuar em importantes setores de infra-estrutura (principalmente, siderurgia, energia, transporte e comunicação), fundamentais para a dinamizar e para reformular subseqüentemente o padrão de desenvolvimento implementado no país. Além disso, foi essa forma de atuação do Estado que permitiu que se abrisse amplos e variados espaços para a participação e a valorização do capital privado nacional e, principalmente, das corporações multinacionais na economia brasileira.

Para compreender como a indústria da eletricidade inseriu-se no processo brasileiro de ISI, em particular na mudança estrutural que foi se operando na economia local, convém, inicialmente, revelar a natureza e as implicações internas desse processo.

3.2.1 Características da ISI e seus Reflexos na Economia Brasileira

De acordo com TAVARES (1978), a ISI caracteriza-se como um processo de desenvolvimento interno das economias latino-americanas, que tem lugar e se orienta sob o impulso de restrições externas e se manifesta através da ampliação e da diversificação da capacidade produtiva e industrial.

Esse processo, por sua vez, possui uma dinâmica própria, que se orienta da seguinte forma: inicia-se, normalmente, pela via mais fácil, que é a produção de bens de consumo final (em geral, bens de consumo não duráveis - têxteis, alimentos, bebidas, móveis de madeira, produtos de couro, etc.). Isto por que, além da tecnologia empregada nessas indústrias ser, em geral, menos complexa e de menor intensidade de capital, essas atividades produtivas encontram no mercado interno uma demanda para seus produtos. Contudo, a emergência de novas unidades industriais, necessárias à fabricação dessas mercadorias, vai tornando indispensável a importação de bens de capital (máquinas e equipamentos) e intermediários (ferro, aço, metais não-ferrosos, cimento, etc.) requeridos pelas unidades de produção. Entretanto, esta procura tende, em geral, a ultrapassar as disponibilidades de divisas do país, impondo limites a sua capacidade de importar. Isso acaba gerando uma nova onda de substituições de importações que vai mudando, de forma gradativa, porém cumulativamente, a composição dos produtos no interior da cesta de importações, para o que, torna-se necessário comprimir algumas importações menos essenciais e, dessa forma, liberar divisas

indispensáveis à instalação e operação das novas unidades produtivas, normalmente as produtoras de bens intermediários.

De novo, com o crescimento do produto e da renda, se reproduz, em menor ou maior medida, o fenômeno acima descrito, e novas substituições são realizadas, por fim em estágios ulteriores da cadeia produtiva, no caso, incorporando, também, as indústrias de bens de capital, pelo fato dessas indústrias apresentarem maiores complexidade tecnológica e relação capital-produto, o que as tornam de mais difícil substituição.

Deste modo, alguns autores postulavam que, no contexto das condições específicas de cada país, a ISI tenderia a conduzir, em sucessivos estágios, a montagem de um amplo e diversificado parque industrial. Outros, no entanto, mais críticos, argumentavam pela impossibilidade disso acontecer, uma vez que os custos crescente inerentes ao processo levaria, inevitavelmente, a impedir o prosseguimento do processo de desenvolvimento da economia em questão.

O Brasil, no início dos anos 30, embora apresentando seu dinamismo atrelado aos produtos primários de exportação, em particular o café, “dispunha de um mercado interno bastante amplo e com uma estrutura industrial que, embora ainda incipiente, possuía já uma relativa diversificação.” (TAVARES, 1978, p. 59-60) Isto, evidentemente, devia-se a natureza do setor exportador, que exercia um poderoso efeito difusor sobre o espaço econômico local. Embora as indústrias têxteis e de produtos alimentares fossem, até aquele período, as mais significativas, o país já produzia, embora em quantidade ainda reduzida, alguns minerais não-metálicos (como o cimento, por exemplo), insumos metalúrgicos (ferro gusa e aço), produtos mecânicos, produtos químicos e produtos farmacêuticos, entre outros.

A partir da Revolução de 30 (e aproveitando-se, principalmente, das crescentes dificuldades geradas pela crise econômica para importação de produtos industrializados) o Estado brasileiro organizou-se institucionalmente, visando a execução de um projeto de industrialização mais amplo. Nesse sentido, além de uma profunda reforma administrativa, lançou mão de inúmeros instrumentos legais (alguns já existentes, outros criados naquele momento) que possibilitassem ao Estado exercer o poder de redirecionar a economia do país. Desta forma, as atividades industriais passaram a ter um grande impulso; houve uma notável

expansão da fabricação interna de vários produtos industriais,²⁶ aproveitando-se, num primeiro momento, é bem verdade, das capacidades ociosas existentes nas fábricas brasileiras.

Durante a II Guerra Mundial o governo federal, alicerçado na estrutura institucional cuidadosamente, até então, organizada e, ao mesmo tempo em que respondia as necessidades impostas pelo conflito, tirava dele algumas vantagens políticas e econômicas. Dessa forma, importantes projetos nas áreas industriais e de serviços, germinantes da fase posterior do desenvolvimento, surgiam sob a condução governamental: Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) - primeira grande usina integrada à coque da América Latina, visando a fabricação de laminados de aços planos e não-planos, de grandes dimensões; Companhia Vale do Rio Doce, voltada para a extração e comercialização em grande escala de minérios; Fábrica Nacional de Motores; e, por último, a Companhia Hidroelétrica do São Francisco - CHESF. Essas empresas constituíram-se, sem dúvida, nos principais exemplos.

A II Guerra Mundial, efetivamente, contribuiu para provocar substanciais mudanças estruturais, não só na economia brasileira mas em grande parte do mundo. Entretanto, essas modificações não foram suficientes, num primeiro momento, para mudar o padrão de desenvolvimento do país. Segundo BAER (1983, p. 21 e 23), após a Guerra, houve uma “nítida elevação da parcela da renda oriunda das atividades manufatureiras, bem como um decréscimo na parte correspondente à agricultura. Esta permanecia, entretanto, como o setor predominante na economia...entre os censos de 1940 e 1950, a agricultura continuava a ser o setor predominante, embora tenha havido sensível incremento no quociente de mão-de-obra empregado na indústria e no setor terciário”.

No pós-guerra, no entanto, tornara-se mais fundamental ainda a criação de novos e o aperfeiçoamento dos antigos mecanismos institucionais, tendo em vista as mudanças operadas no quadro das relações internacionais, quando os Estados Unidos emergiram para a condição de potência hegemônica do mundo capitalista ocidental.

Nesse contexto, a dinâmica capitalista passou a assumir novos contornos. As empresas multinacionais (com amplo domínio tecnológico, centrado num padrão de desenvolvimento originário das três primeiras décadas deste século e baseado na produção em massa de bens de consumo duráveis e de capital) cujas unidades produtivas mais avançadas, até àquele

²⁶ No Brasil, “durante os anos 30, a produção industrial continuou a crescer, alcançando ao fim da década, níveis mais de 60% acima do de 1929. Isto foi possível graças à proteção proporcionada às indústrias pelas persistentes dificuldades no comércio exterior” (BAER, 1983, p. 18)

momento, estavam predominantemente instaladas nos centros orgânicos do capitalismo, passam a difundir seus produtos e processos de produção via investimentos diretos, em diversos mercados emergentes, entre os quais, o mercado brasileiro.

Dessa forma, definir-se como aliado do mundo capitalista no segundo conflito mundial foi um dos fatores que, certamente, contribuiu, logo em seguida, para facilitar a entrada no país de capitais internacionais.

Portanto, a questão estratégica colocada para o Brasil, no pós-guerra, passou a ser a da sua recondução/rearticulação, no quadro modificado das relações internacionais, onde o aspecto da difusão produtiva, em novas bases tecnológicas estavam presentes. Evidentemente, desde os anos 30 o Estado brasileiro já havia tornado-se um agente central no processo de mudança no país e, dessa forma, reivindicava uma representação de maior destaque no desenvolvimento. Só que, desta vez, em novas bases. Mesmo porque, a burguesia industrial local não havia adquirido as condições necessárias para, sozinha, reverter a trajetória econômica brasileira.

Embora as forças conservadoras, representadas pela oligarquia agrária, fizessem pressão para que o Brasil, nesse período, centrasse o desenvolvimento econômico na agricultura, essas forças não tiveram poder suficiente para retardar o processo de industrialização em curso. Dessa forma, já no início da década de 60,²⁷ a indústria passou a representar, em termos participativos, a maior parcela do produto interno líquido do país. E, o que é mais importante, tornou-se, a partir dessa década, o setor dinâmico da economia. Isso decorreu, certamente, das grandes mudanças no cenário político e econômico (delineadas a partir do segundo governo Vargas e consolidadas, embora de forma distinta, nas administrações de Juscelino Kubtchek e dos governos posteriores) que redefiniram a relação de poder e pactuaram a co-participação dos diferentes atores na economia: Estado, iniciativa privada nacional e corporações multinacionais. Ao Estado, além das suas funções tradicionais, e devido a sua enorme capacidade de mobilização de recursos, na época, coube dar prosseguimento a montagem da

²⁷ Para BAER (1983, p. 47), a mudança de padrão do desenvolvimento econômico do país começou a ser gestado, de forma consciente, na década de 50, quando houve uma mudança na sistemática cambial adotada, até então, no pós-guerra. Segundo suas próprias palavras: “Em meados da década de 50, mudou o caráter do sistema cambial, deixando de ser considerado como simples instrumento para enfrentar as dificuldades do balanço de pagamentos e passando a ser visto, antes, como um método para promover conscientemente a industrialização do país e de assim transformar radicalmente a estrutura da economia brasileira. As autoridades brasileiras estavam, a esta altura, convencidas de que, em última instância, só se alcançariam elevadas taxas de crescimento econômico através de tais mudanças. Demonstração clara dessa nova atitude foram medidas, complementares entre si, como a Lei de Tarifas, a Instrução 113 da SUMOC, a retomada da Lei de Similares e outras...”.

infra-estrutura produtiva do país, pois seria nessa fase da cadeia que as necessidades de recursos financeiros seriam de maior vulto.

A coerência dessa estratégia está no fato de ter aberto um vasto campo de participação no tecido industrial brasileiro tanto do capital nacional quanto do capital internacional. Entretanto, livre para atuar, tornava-se evidente que o capital internacional tenderia a se posicionar na fabricação de produtos de maior valor agregado e, portanto, de maior lucratividade, respaldado pelo seu mais elevado estágio de desenvolvimento tecnológico e organizacional no plano mundial, possibilitando-lhe barganhar melhor posicionamento na cadeia produtiva brasileira. A burguesia industrial nacional, por outro lado, passou a ver nesse novo posicionamento dos atores na economia local uma grande chance de ascensão, mesmo que de forma subordinada aos interesses externos, na medida em que passou a exercer um amplo domínio sobre o Estado Industrial.

A magnitude das transformações estruturais ocorridas na economia brasileira, a partir de então, fica patente quando revelam-se os seus números. GUIMARÃES (1987) mostra que o PIB, no período compreendido entre 1950 e 1980, cresceu a uma taxa média de 7,1% a.a. O crescimento industrial foi ainda mais significativo, ou seja, 8,4% a.a. Como resultado, a participação do setor industrial e, no interior deste, a da indústria de transformação, aumentaram de 49,9% e 20,5%, em 1950, para 51,9% e 29,2%, em 1980, respectivamente. O setor agrícola, por outro lado, caiu de participação na estrutura, de 26,7% para 13,1%, nesse mesmo período.

A mudança estrutural no interior da indústria de transformação foi ainda mais significativa. A participação da indústria de bens de consumo não duráveis, que representava, em 1949, 65,8% da estrutura de produção, caiu para 36,7%, em 1980, devido principalmente ao declínio das indústrias de alimentos, bebidas e fumo (que reduziram suas participações de 26,4% para 12,2%, no período) e das indústrias têxtil e de vestuário (que declinaram de 25,2% para 11,9%, naqueles respectivos anos). Por outro lado, houve um rápido incremento da produção nas indústrias de bens intermediários e de bens de capital (onde inclui-se, com destacada participação, as indústria de bens de consumo não duráveis). As primeiras, de 18,9%, em 1949, passaram a representar, em 1980, 27,1% da estrutura de produção; enquanto as últimas evoluíram de 15,3% para 36,2%, nesses respectivos anos.

Essa acentuada transformação da base produtiva do país foi viabilizada através de uma profunda alteração da estrutura de propriedade nas atividades econômicas. Essa reformulação, de um lado, conduziu a uma ampliação da participação tanto das empresas multinacionais quanto das governamentais - federais e estaduais. Essas atuando nas atividades de infra-estrutura (energia, transporte, siderurgia de base, etc.) e dos grupos privados nacionais, em menor proporção.

Dessa forma, tanto as estruturas estatais quanto a iniciativa privada nacional puderam alargar o campo de inserção, possibilitando a ampliação de suas especializações produtivas, face às novas demandas emergentes desse novo padrão de industrialização.

Assim, na base desse processo de transformação, que não se fez sem um vertiginoso avanço do processo de urbanização do país, estava a conseqüente aceleração da demanda por energia elétrica²⁸. Essa aceleração impôs uma radical mudança na escala de produção da indústria de eletricidade. Para tal, entretanto, foi fundamental a participação de novos agentes que viabilizassem a dinamização interna do processo de acumulação de capital nessa indústria. Dessa forma, fazia sentido (tendo em vista os limites políticos de atuação) o Estado assumir a iniciativa da condução do desenvolvimento das empresas fornecedoras de eletricidade, principalmente para liderar e organizar a montagem de uma infra-estrutura energética de suporte, bem mais abrangente que a anteriormente organizada no país. Desde que, no entanto, priorizasse sua participação em determinadas fases da cadeia produtiva do setor, que requeressem pesados investimentos e baixo retorno de capital (geração e transmissão, principalmente) em consonância com o novo padrão de industrialização pesada.²⁹ Essa foi a forma encontrada, ao estilo "keynesiano", para viabilizar a atuação e a valorização do capital privado nacional e das empresas multinacionais em outras áreas do complexo industrial elétrico.

²⁸ "O setor de energia elétrica obviamente sofreria influência das modificações estruturais processadas no pós-guerra, não só por ser um insumo fundamental à produção, como também pelo fato da demanda de energia elétrica ser função direta do progresso industrial. Isso se observa no caso brasileiro, quando a industrialização passa a ser encabeçada por setores dinâmicos (química, cimento, bens duráveis, material elétrico e de comunicações e metalurgia) - em substituição aos setores tradicionais (têxtil e produtos alimentares) -, que demandam mais energia elétrica do que a média dos outros setores da indústria de transformação. Por outro lado, o aumento no consumo de eletricidade deu-se também pela concentração populacional nas regiões urbanizadas, fruto da própria concentração regional do desenvolvimento. Nesse sentido, a demanda de energia elétrica crescia também motivada tanto pelas maiores necessidades de iluminação pública e de transporte urbano, quanto pelo uso doméstico de bens duráveis movidos a eletricidade, que passaram a ser difundidos pelas camadas superiores da sociedade." (VIANNA, 1991, p. 25-26)

²⁹ Para uma análise mais detalhada sobre o processo de transição da propriedade privada para a propriedade pública no setor elétrico brasileiro consultar CASTRO (1985).

Entretanto, isso tornou-se uma necessidade a partir do momento em que esgotou-se o antigo padrão de desenvolvimento econômico brasileiro, centrado na exportação de produtos agrícolas. Dessa forma, exauriu-se, também, o padrão de organização produtiva das empresas de energia elétrica dominantes, naquele período, formalmente organizadas para atuarem segundo a lógica de produção e comercialização apropriada aquele período.

Um novo padrão de desenvolvimento econômico se impôs e, com esse, novos atores emergiram no cenário sócio-econômico local.

3.2.1.1 Reestruturação do Setor Elétrico no Contexto da Transição Econômica

De 1930 até o meado dos anos 40, o governo federal buscou, basicamente, redirecionar sua atuação para estabelecer a base de um modelo institucional que desse a necessária sustentação ao seu projeto nacional de industrialização. Nesse sentido, realizar uma reforma institucional no setor constituía-se num passo fundamental.

Tendo em vista os objetivos de industrializar o Brasil, as atividades de fornecimento de energia elétrica, certamente, passaria a assumir uma nova dimensão, segundo o governo federal, difícil de ser suportada pelo capital privado. Portanto, o próprio Estado é que deveria assumir um maior controle da indústria e, principalmente, incrementar sua atuação como empresário. Dessa forma, essa indústria tornou-se uma das primeiras preocupações das forças revolucionárias no poder, a partir da Revolução de 30.³⁰

Do ponto de vista mais amplo, foram tomadas uma série de medidas visando dotar o Estado de instrumentos que embasassem o seu projeto de industrialização;³¹ e, no contexto desse projeto, desenvolver as atividades de fornecimento de energia elétrica no país.

³⁰ Imediatamente após Vargas assumir o poder, em 1930, a União começou a propor e a implementar uma nova configuração institucional para o setor elétrico. Uma das primeiras medidas do governo nessa área foi suspender todos os atos de alienação, oneração, promessa ou começo de transferência de qualquer curso perene ou queda d'água. Em seguida, o governo ressuscitou o anteprojeto do Código de Águas (que encontrava-se paralisado no Congresso Nacional, desde 1908) e incorporou seus princípios básicos na constituição de 1934; reafirmando-os, em seguida, na constituição de 1937. Com isso, a União passou a adquirir enorme competência para legislar sobre energia hidráulica. (CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, 1988, p. 80)

³¹ Tais como: a extinção, em 1933, da Cláusula-Ouro, que declarava nula qualquer estipulação de pagamento em ouro; e, nesse mesmo ano, a partir de uma reforma ministerial, a criação do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), que abrangia uma Diretoria de Águas que, no ano seguinte, foi transformada em Serviços de Águas. Este, por sua vez, ficou encarregado de tratar dos assuntos relativos à exploração de energia hidráulica, irrigação, concessões e legislação de águas. Além disso, em 1938, o Serviço de Águas foi convertido em Divisão de Águas e, em 1939, foi criado o Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica (CNAEE), subordinado à Presidência da República. Esse Conselho, juntamente com a Divisão de Águas, tornaram-se os órgãos responsáveis pela política de energia elétrica do país.

Entretanto, foi só em 1943 que materializou-se a iniciativa de tornar o Estado empresário no setor de energia elétrica, ao dar início a construção da CHESF; primeiro empreendimento de grande porte pertencente e gerenciado pelo governo federal.³² Além disso, algumas usinas pertencentes aos estados da federação começaram a funcionar, principalmente no Rio Grande do Sul e em Minas Gerais. Com isso, a participação dos grupos estrangeiros na estrutura de geração da indústria começou, embora muito timidamente, a perder a importância que tinham.

Dessa forma, do início do processo de reestruturação, proposto no primeiro governo Vargas, logo a partir de 1930, até a entrada em funcionamento de um grande empreendimento governamental no setor elétrico (no caso, a CHESF), transcorreram-se, aproximadamente, 20 anos. Nas décadas de 50 e 60, gradativamente, o Estado foi consolidando seus objetivos e, no início desta última década, já somava uma capacidade produtiva superior a dos grupos privados nacionais e internacionais.

Essas iniciativas de construção e gestão estatal das empresas voltadas para o fornecimento de eletricidade, só foram estruturadas e dinamizadas a partir do aprendizado e do aperfeiçoamento no processo de planejamento, tanto de abrangência global quanto setorial, nos níveis estadual e federal. Esse processo, ao se realimentar nesses dois níveis e nessas duas dimensões, começou a exercer enorme influência sobre a transformação produtiva e tecnológica da indústria da eletricidade no Brasil. Dessa forma, convém analisá-lo em maiores detalhes.

3.2.2.1 Processo de Planejamento e Desenvolvimento Tecnológico no Setor Elétrico Brasileiro

Os traços principais do processo de planificação no SEB podem ser caracterizados através de duas fases distintas relativas aos estágios de aprendizado alcançados pelos agentes envolvidos: a **pioneira** e a **madura**.

3.2.2.1.1 Fase Pioneira do Aprendizado na Planificação

Foi no início dos anos 40 (e devido, dentre outros motivos, ao envolvimento do Brasil na II Guerra Mundial) que aumentou a preocupação do governo brasileiro, juntamente com

³² No final da década de 40 entraram em operação as primeiras turbinas da CHESF, totalizando 600 MW de potência.

organismos governamentais norte-americanos, objetivando a realização de esforços para coordenar, controlar e planificar o uso eficiente dos recursos do país, de uma forma global.³³

Entretanto, as primeiras experiências do país no processo de planificação econômica, pelo menos até 1956, não eram “enquadradas como planejamento propriamente dito.” (LAFER, 1970) Faltavam a essas iniciativas, por certo, a abrangência e a profundidade exigidas num processo dessa natureza.

Por outro lado, era natural que isso acontecesse, pelo fato de tratarem-se de experiências pioneiras; num período no qual a planificação econômica constituía-se numa inovação em processo de difusão no mundo capitalista.³⁴ Nesse sentido, essas experiências, embora sem grandes resultados práticos, iam fornecendo aos quadros técnicos participantes os conhecimentos específicos e os mais abrangentes (políticos, técnicos, etc.) indispensáveis para a elaboração e o manejo das técnicas de planejamento que, mais tarde, seriam amplamente usadas com sucesso no país e no setor.

3.2.2.1.1 Primeiras Experiências Estaduais de Planejamento no Setor Elétrico

O planejamento do setor elétrico na esfera estadual foi precursor dessas atividades no setor, começando a se desenvolver a partir do início dos anos 40, através da realização dos primeiros planos de eletrificação.

Os Estados da federação, movidos pelas premências derivadas das suas realidades locais, onde a carência de energia criava obstáculos a qualquer tentativa de expansão das atividades econômicas, em particular para alavancar projetos industriais, resolveram antecipar-se ao governo federal na intervenção no setor elétrico, através de um planejamento de ações administrativas e organizacionais mais centralizadas.

O processo de intervenção estadual desenvolveu-se procurando, de um lado, cobrir os “espaços vazios” no qual as empresas privadas atuavam e, de outro, complementar a oferta de

³³ Como foram os casos do Relatório Simonsen (1944-1945); da Missão Cooke (1942-1943), da Missão Abbink (1948), da Comissão Mista Brasil-Estados Unidos (1951-1953), do Plano Salte (1948) e, além desses, de mais algumas medidas puramente setoriais, como, por exemplo, no caso do petróleo e do café.

³⁴ Muito influenciadas, é bem verdade, pelos bons resultados alcançados, principalmente pela experiência da União Soviética, seguida pelas intervenções do governo americano, através da política do *New Deal*, que primava-se pela aplicação de políticas keynesianas visando debelar a grande depressão econômica que assolou o mundo capitalista nos anos 30.

eletricidade das empresas estrangeiras, que detinham a concessão dos principais centros consumidores dos mais importantes estados da federação. (CASTRO, 1985)

As iniciativas de intervenção estadual de maior sucesso foram, sem dúvida, as do Rio Grande do Sul, São Paulo e Minas Gerais; sendo que, a experiência mineira, constituiu-se, talvez, na mais significativa de todas, face aos contornos de natureza política e técnica assumidos.

Pioneira, entretanto, foi a experiência da Comissão Estadual de Energia Elétrica - CEEE, do Rio Grande do Sul. Criada em 1943 - e apoiada no seu Plano de Eletrificação, elaborado com a finalidade de sistematizar o aproveitamento do potencial energético do estado, em particular o potencial hidráulico - a CEEE construiu diversas usinas, geralmente de pequeno porte. Além disso, expandiu o sistema térmico de geração do estado.³⁵

Em São Paulo, no ano de 1948, formou-se o Conselho Estadual de Energia Elétrica, com a finalidade de propor soluções para os problemas que decorriam da escassez de eletricidade. Em 1951, foi também criado o Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE, cujo principal objetivo era promover estudos sobre o regime dos rios que corriam no território paulista e realizar um levantamento das condições topográficas e geológicas das bacias fluviais do estado.

Procurando seguir o exemplo mineiro (comentado mais adiante), o governo de São Paulo encomendou à Companhia Brasileira de Engenharia - CBA uma consultoria para a realização de um Plano de Eletrificação para o estado, que ficou pronto em 1956. Um dos pontos essenciais do plano, ou seja, a criação, à curto prazo, da Centrais Elétricas Paulista S. A. - CELP, não foi levado adiante. O objetivo era transformar essa empresa numa *holding* das duas pequenas firmas já controladas pelo estado, na época: a Usinas Elétricas do Paranapanema - USELPA e a Companhia Elétrica do Rio Pardo - CHERP. Foram essas que, na realidade, gerenciaram diversos projetos de obras de usinas no estado, pelo menos até o início da década de 60.

³⁵ A partir destas iniciativas, em 1953, a capacidade instalada da CEEE já totalizava 50.569 kW, dos quais 28.401 kW de origem térmica e 22.558 kW de origem hidráulica. Seguiram-se à essas obras a construção de várias usinas, que ampliaram significativamente a capacidade instalada do estado: Usina Hidrelétrica de Canastra (1956), com 42.000 kW; Termelétrica de Candiota (1961), com 20.000 kW; Termelétrica de Charqueada (1962), com 72.000 kW e Jacuí (1962), com capacidade, também, de 72.000 kW.

Em 1961, foi criada em São Paulo a Centrais Elétricas de Urubupungá - CELUSA, visando explorar o potencial hidráulico do Salto de Urubupungá, situado no Rio Paraná; em 1962, a Bandeirantes de Eletricidade S.A. - BELSA; e, em 1963, a Companhia de Melhoramentos do Paraibuna - COMEPA. Essas empresas destinavam-se a solucionar os problemas de distribuição de energia elétrica no interior do estado.

Foi apenas em 1966, entretanto, que todas as empresas sob controle do governo paulista e mais algumas pequenas concessionárias privadas, além de várias empresas municipais passaram por um profundo processo de fusão, originando a Centrais Elétricas de São Paulo - CESP.

A intervenção estadual mineira na área elétrica foi, tanto do ponto de vista técnico quanto político, a mais bem sucedida entre os diversos estados da federação. Essa intervenção remonta ao início dos anos 40.³⁶ Posteriormente, num contexto no qual predominava a expansão da demanda de eletricidade derivada da expansão do parque metalúrgico mineiro, com amplo apoio da burguesia local, foi que o governo lançou, de fato, as bases para o planejamento do setor elétrico. As principais diretrizes foram estabelecidas pelo Plano de Eletrificação de Minas Gerais, encomendado, em 1946, à Companhia Brasileira de Engenharia - CBE, nessa época sob a coordenação do engenheiro Lucas Lopes. (CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, 1988) A partir desse plano foram criadas, em 1950 e 1951, quatro empresas de economia mista, destinadas a construir e a operar centrais hidrelétricas: Cia de Eletricidade do Alto Rio Doce, Cia de Eletricidade do Médio Rio Doce, Cia de Eletricidade do Alto Rio Grande e Central Elétrica do Piauí.

Em 1952, já no governo estadual de Juscelino Kubitschek, foi constituída, como previa-se naquele plano, a Centrais Elétricas de Minas Gerais - CEMIG, sociedade de economia mista, com participação acionária majoritária da administração estadual. (CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, 1988, p. 158). Essa companhia tinha por objetivo construir e explorar diretamente sistemas de produção de energia elétrica, auxiliando na criação, na administração, no controle e no financiamento de sociedades de economia mista regionais que tivessem aquela mesma finalidade. Nesse mesmo ano a CEMIG passou à

³⁶ Iniciou-se, de forma tímida, com a construção da pequena Usina de Gafanhoto (13.500 kW de capacidade), para abastecer os distritos industriais de Belo Horizonte. Além dessa usina, o governo estadual construiu a Usina de Pai Joaquim, para o fornecimento de energia elétrica aos municípios de Araxá e Uberaba.

condição de empresa integrada, em virtude da incorporação das quatro companhias estaduais estabelecidas anteriormente, até aquele momento, suas subsidiárias.³⁷

Além desses estados, o Paraná, através do seu Departamento de Águas e Energia Elétrica, elaborou, em 1948, um plano hidrelétrico para o estado. Esse plano previa a construção de cinco usinas de médio porte e outras menores, visando o aproveitamento do potencial hidráulico das bacias dos rios Iguaçu e Paranapanema. Em outubro de 1954, objetivando viabilizar a realização do plano, criou a Companhia Paranaense de Energia Elétrica - COPEL, organizada, também, nos moldes de uma sociedade de economia mista, com um mínimo de 60,0% das ações pertencendo obrigatoriamente ao governo estadual.

Estados como Rio de Janeiro,³⁸ Espírito Santo e Santa Catarina também envolveram-se em experiências de intervenção no setor elétrico, embora em escala bem menos reduzida e, portanto, com impactos não tão expressivos para a economia do país quanto os provocados pelas intervenções daqueles três primeiros estados.

3.2.2.1.1.2 Primeira Experiência Federal na Planificação do Setor Elétrico³⁹

Foi nos anos 50 que a atividade de planejamento do setor elétrico, com abrangência nacional, ganhou um grande impulso.⁴⁰ Esse processo teve início, de fato, no segundo governo Vargas, e só consolidou-se, de forma definitiva, através da realização posterior de diversos planos, sob à coordenação da ELETROBRÁS.

³⁷ Inúmeras usinas foram construídas pela CEMIG, destacando-se: Itutinga, no Rio Grande (1955); Salto Grande, no Rio Santo Antônio (1956); Tronqueiras (1956), também neste mesmo rio; Cajurú (1959), no Rio Pará; Camargos (1960), no Rio Grande e Três Marias (1962), no Rio São Francisco, primeira grande obra da empresa. Em 1960, a capacidade geradora da empresa já superava 250.000 kW e, em 1962, com a entrada em funcionamento de Três Marias, sua capacidade foi acrescida de 129.200 kW

Sobre a criação e a importância da CEMIG no cenário econômico mineiro e brasileiro ver, também, CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE NO BRASIL (1991)

³⁸ Sobre a participação do governo do Estado do Rio de Janeiro no setor elétrico consultar CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE NO BRASIL (1993)

³⁹ O PNE, na realidade, teve uma função muito mais balizadora, do que ter servido de instrumento de planejamento e gestão do setor elétrico, uma vez que, formalmente, esse plano não foi aprovado pelo Congresso Nacional, embora muitas de suas propostas tenham sido implementadas posteriormente.

⁴⁰ De uma maneira geral, as experiências mencionadas anteriormente de estudos mais abrangentes realizados para a economia do país, tais como, o Plano Salte, os Relatórios da Comissão Mista Brasil-Estados Unidos, a Missão Abbink, etc., faziam menção explícita ao setor elétrico. Entretanto, essas experiências não consubstanciavam-se num plano, propriamente dito, para o setor, faltavam-lhes, principalmente, os ingredientes técnicos requeridos para um diagnóstico de análise de um setor complexo, como o setor elétrico, principalmente nas dimensões exigidas para esse setor, tendo em vista o padrão de desenvolvimento da economia nacional. Entretanto, o balizamento político das propostas para o setor parecia já constar daquelas experiências, em particular do diagnóstico sócio-econômico realizado pela Comissão Mista Brasil-Estados Unidos.

O Primeiro Plano Nacional de Eletrificação do Setor Elétrico - PNE

O PNE articulava-se à um conjunto de projetos de leis, encaminhados ao Congresso pelo presidente Getúlio Vargas, que tinha por objetivo criar os mecanismos que possibilitassem a expansão do setor elétrico, com o governo federal assumindo o controle de áreas prioritárias e deficientes do sistema. (BRASIL, 1954)

O primeiro projeto de lei, enviado ao Congresso em maio de 1953, propunha a instituição do Imposto Único sobre Energia Elétrica - IUEE, visando criar o Fundo Federal de Eletrificação -FFE. Em 21 de agosto, deste mesmo ano, outro projeto de lei foi mandado, desta feita regulando a distribuição e a aplicação da parcela do FFE entre a União, Distrito Federal, Estados e Municípios. O terceiro projeto submetia a exame do Congresso Nacional o PNE; enquanto o quarto, e último projeto de lei, de abril de 1954, propunha a constituição de uma empresa de capital misto, a Centrais Elétricas Brasileiras S.A. - ELETROBRÁS.

Os dois primeiros projetos visavam garantir o apoio financeiro necessário aos investimentos no setor, previstos pelo PNE. Com a constituição da ELETROBRÁS, o governo buscava criar o principal instrumento de execução dos empreendimentos federais instalados ou em planejamento no setor.

Cinco hipóteses básicas sustentavam os objetivos e as metas propostas pelo PNE: i) o subdesenvolvimento era o principal problema do país. A sua superação só se viabilizaria através da industrialização. Esta, por sua vez, deveria ser realizada com base num processo de substituição das importações; ii) o avanço tecnológico ocorrido no países industrializados centrais, na época, abriu amplas perspectivas de desenvolvimento que poderiam ser exploradas pelos países subdesenvolvidos; iii) em função do vulto das tarefas à serem empreendidas, visando superar o atraso econômico e social, e da urgência das medidas à serem implementadas, a participação do Estado era vista como fundamental para viabilizar as necessárias transformações econômicas; iv) o processo de industrialização, além de centrar-se nas fontes energéticas de origem interna, como importante componente do processo de tornar endógeno o desenvolvimento econômico, deveria apoiar-se na fabricação local das instalações e dos equipamentos necessários à produção dos energéticos; e, por fim, v) a crise no suprimento de energia, no período, era vista como uma crise estrutural, na medida em que tornou-se impossível conciliar os interesses das principais concessionárias privadas que

atuavam no setor com os objetivos estratégicos do desenvolvimento nacional. (BRASIL, 1954)

Os principais argumentos colocados pelo plano em relação a necessidade da maior participação governamental no setor elétrico, na época, podem ser resumidos nos seguintes pontos: em primeiro lugar, decorria da própria evolução das relações internacionais, onde as dificuldades cambiais e do controle de divisas tornava imprescindível uma maior participação do Estado sobre as correntes que ligavam nossa economia às de outros países.

Pelo lado interno, o mercado nacional vinha estruturando-se em novas bases, ou seja, a economia do país diversificava-se e, com isso, multiplicavam-se os usos de energia elétrica, principalmente na indústria. Além disso, o desenvolvimento tecnológico já tornava possível a interligação de sistemas e usinas, transpondo as divisas municipais e estaduais.

Seria necessário, portanto, avançar para uma fase de exploração mais racional e sistemática dos recursos naturais, para se obter, principalmente, ganhos de escala na indústria.

A organização no país, em bases sólidas e modernas, de uma indústria pesada de material elétrico, bem como a programação de medidas que interessavam diretamente ao setor produtor de eletricidade, tais como a unificação de frequências (mais tarde foi escolhida a de 60Hz) e a padronização de tensões e equipamentos, além da promoção de estudos e projetos, com vistas a orientar a ulterior atuação de entidades públicas e privadas no setor, eram outros argumentos explorados pelo plano em prol da intervenção federal no setor.

Por fim, a necessidade de se explorar fontes relativamente pobres de energia, como o carvão mineral resultante da produção do carvão siderúrgico, em Santa Catarina, também era colocada como uma medida que exigia a intervenção direta do estado como empresário no setor.

O PNE previu uma expansão do consumo de energia elétrica no mercado brasileiro que atingiria, em 1965, 32.000 GWh e cerca de uma potência instalada, à ser planejada, de 8 GW.

Cabe destacar, também, que o plano traçava outras diretrizes importantes para o setor, tais como, a necessidade de levantamentos estatísticos permanentes, principalmente em relação ao mercado; o levantamento e estudos de avaliação do potencial hidráulico e das demais fontes de energia térmica; a reorganização administrativa visando, principalmente, a

duplicação de esforços nos diversos níveis; a revisão de alguns pontos da legislação vigente sobre energia elétrica, que buscasse, principalmente, incentivar os investimentos privados e a formação de pessoal qualificado nos níveis médio e superior. Para isso, seria necessário, segundo o plano, criar um programa de ajuda às escolas técnicas nacionais; de organização de cursos de extensão universitária; distribuição de bolsas de estudos para o envio de quadros para o aperfeiçoamento no exterior, e; formação de cursos de treinamento no próprio país. Seria indispensável, face a magnitude das tarefas à serem empreendidas, se recorrer a organizações estrangeiras de renome, que tivessem competência para a execução de tarefas especiais, e contratar técnicos estrangeiros, em número, por certo, considerável.

O PNE, sem dúvida, foi uma grande inovação para a época, tendo em vista a sua visão estratégica e a profunda e ampla análise desenvolvida, que articulava, de forma notável, os principais problemas da indústria elétrica local, o alcance do processo de inovação setorial no plano mundial e as possibilidades que se abriam para o país, naquele período. O plano, de fato, “assentava-se de tal forma na realidade, levava em conta de maneira tão objetiva as necessidades do país nesse campo de atividade, que mesmo não tendo sido aprovado, constitui-se numa espécie de guia para a máquina administrativa que foi paulatinamente levando à cabo tudo quanto estava previsto ali, reexaminando, naturalmente, algumas soluções oferecidas e optando por outras que se afiguravam mais adequadas em face dos novos dados disponíveis.” (LIMA, 1975, p. 119)

3.2.2.1.2 Fase da Maturidade do Aprendizado na Planificação

O processo de aprendizado na planificação econômica e setorial constitui-se num importante pré requisito facilitador para a geração de soluções no sentido da transformação tecnológica do SEB. Por outro lado, não se pode perder de vista que o plano, como instrumento de análise e de ação, além de técnico, é também um instrumento de ação política. Nesse sentido, fica sujeito a conformar-se em função dos interesses das forças políticas que orientam suas metas e seus objetivos. De que forma as características desse processo de planificação passou a influenciar a problemática tecnológica do setor elétrico nessa fase mais madura.

Quatro níveis de abordagens do processo de planificação podem ser propostos para se enfocar esse tema: Planejamento Governamental, Planejamento Setorial-Horizontal, Planejamento Setorial-Vertical e Planejamento Empresarial. (FRANKEN, 1976)

3.2.2.1.2.1 Aprendizado no Planejamento Governamental

Este nível abrange as atividades desenvolvidas na esfera federal, buscando a adequação dos meios aos fins no âmbito nacional, harmonizando demandas e interesses específicos e setoriais, visando corrigir distorções e equilíbrios; sejam eles regionais ou entre as diversas esferas da vida sócio-econômica do país.⁴¹

Dentre os diversos Planos implementados, o Plano de Metas foi o que, de acordo com LESSA (1982, p. 27), constituiu-se na mais sólida decisão consciente em prol da industrialização na história econômica do país. Muito embora não tenha sido considerado, efetivamente, “um plano geral de desenvolvimento global”, na medida em que “nele não estavam abrangidas todas as áreas de investimento público nem todas as indústrias básicas, da mesma forma que não procurou conciliar as necessidades de recursos nos setores abarcados pelo plano com a disponibilidade global de recursos.” (BAER, 1983, p. 55-56)

Entre as metas previstas nesse Plano, observa LAFER (1970), o setor energético (infra-estrutura elétrica, energia nuclear; carvão mineral e petróleo) participava com 43,4% dos investimentos planejados, ficando evidente que esse setor constituiu-se, na época, numa das principais prioridades do governo, face aos estrangulamentos existentes no fornecimento de energia, decorrentes do processo de industrialização e de urbanização do país. Esse fato, aliás, já havia sido diagnosticado no PNE.

As metas estabelecidas para o setor de energia elétrica foram divididas em duas etapas. Na primeira, que cobria o período 1957-60, seriam construídas usinas que totalizavam cerca de 1.900 MW. Na segunda, 1961-65, a capacidade instalada adicional prevista deveria alcançar 4.200 MW.

Previa-se, para 1960, uma capacidade instalada para o setor de 5.070 MW e, em 1965, de 8.165 MW. As capacidades efetivamente realizadas foram, nesses anos, de 4.800 MW e

⁴¹ Esse tipo de planejamento foi proposto e executado pelo governo federal, mais enfaticamente, nos seguintes documentos de ações globais: O Programa ou Plano de Metas (1956/60); O Plano Trienal (1963/65); O Programa de Ação Econômica do Governo - PAEG (1964/66); O Plano Decenal de Desenvolvimento (1967/76); O Programa Estratégico de Desenvolvimento (1968/70); As Metas e Bases para a Ação de Governo (1970/73); O Primeiro e o Segundo Plano Nacional de Desenvolvimento; Os Planos Básicos de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - PBDCT. A partir desse período, embora outros planos tivessem sido realizados, considera-se o II PND como a derradeira experiência de planificação econômica formulada e implementada no país, mesmo porque, do ponto de vista do setor elétrico, alguns dos principais projetos previstos nesse plano começaram a maturarem-se já na metade dos anos 80, outros nem sequer foram finalizados. Dessa forma, a partir desse período, muito pouca coisa foi feita que tivesse um efeito reestruturador sobre o setor.

7.411 MW, respectivamente. Os resultados obtidos contribuíram, sobretudo, para, praticamente, eliminar a crise que atingia o setor.

Dos 3.691,5 MW previstos na ampliação, 67,4% foram de empresas públicas (47,7% relativos às empresas públicas federais e 19,7% às estaduais) e apenas 32,6% para as empresas privadas e municipais (as empresas privadas estrangeiras - LIGHT e AMFORP - participaram com 26,0% das expansões previstas). (CASTRO, 1985, p. 181-182)

Dessa forma, os governos federal e estaduais conseguiram, efetivamente, ampliar as participações no setor e, a partir desse momento, começaram a imprimir um vigoroso dinamismo na indústria. Do lado federal, deve ser destacado a criação de FURNAS Centrais Elétricas S.A., devido a dimensão do seu projeto, a abrangência regional do fornecimento de eletricidade (Centro-Sul) e o fato da sua concepção técnica ter causado grandes desdobramentos sobre a órbita da produção e da estrutura institucional do setor. Na realidade, FURNAS tornou-se uma empresa que passou a exercer profunda influência sobre os rumos de todo o setor.

Pelo lado das administrações estaduais, dava-se prosseguimento às iniciativas dos governos de Minas Gerais, São Paulo e do Rio Grande do Sul, estados que já haviam avançado consideravelmente na organização institucional das suas estruturas de produção nessa área.

O Plano de Metas, na realidade, no que diz respeito às proposições relacionadas ao setor elétrico, dava curso a uma estratégia institucional já formalizada no PNE. Entretanto, no plano concreto das realizações dos projetos, em particular na esfera federal, o Plano sofreu uma profunda influência do que estava sendo realizado em Minas Gerais, nas atividades ligadas a energia elétrica.

A experiência bem sucedida do Plano de Eletrificação mineiro, que redundou na criação da CEMIG, foi certamente um dos elementos influenciadores na eleição de Juscelino Kubitschek à Presidência da República. Dessa forma, logo em seguida a vitória na campanha presidencial, Juscelino conduziu alguns dos principais técnicos da área administrativa do

governo mineiro para o governo federal,⁴² contribuindo, sobretudo, na formalização e na execução do Plano de Metas, proposto pelo seu governo.

A Usina de Furnas, por exemplo, foi idealizada pelo governo de Minas. No entanto, devido a abrangência daquele projeto (abastecimento das Regiões Centro-Sul), optou-se, posteriormente, pela formação de uma empresa que desse continuidade à idéia na dimensão regional proposta, nascendo, assim, FURNAS Centrais Elétricas S.A.

Um dos principais braços financeiros do setor elétrico, nessa época, continava a ser o BNDE. Só mais tarde é que essa função foi assumida pela ELETROBRÁS, após a sua criação, em 1962; aliás, criação essa, proposta pelo PNE, como mostrou-se anteriormente.

Seguiram-se ao Plano de Metas diversos planos que procuraram dar prosseguimento as experiências desenvolvidas anteriormente na área da planificação econômica, com reflexos na atividade energética.

Quanto ao Plano Trienal, em relação a indústria da eletricidade, esse praticamente deu continuidade a alguns projetos já previstos no Plano de Metas. Os projetos de usinas elétricas nessa fase tornaram-se de grandes dimensões. Foram os casos, por exemplo, das usinas de Furnas, Três Marias e Paulo Afonso, que estenderam-se por mais de uma administração.

O PAEG, por outro lado, caracterizou-se em relação ao setor elétrico por dar curso à expansão da capacidade produtiva do setor, que continuaria baseando-se na hidreletricidade, e por estabelecer novas bases para que essa expansão se realizasse com maior eficiência das empresas, remunerando melhor os investimentos, através de uma política tarifária que refletisse os custos,⁴³ possibilitando ao governo federal, desta forma, conceder estímulos à formação de pessoal técnico e a padronização das instalações e dos equipamentos elétricos.

No PED, praticamente, reafirmou-se as orientações anteriores do PAEG em relação ao setor elétrico. Porém, uma característica marcante desse plano foi o fato de, pela primeira vez,

⁴² Foi o caso, por exemplo, do engenheiro Lucas Lopes que, após ter coordenado a realização do Plano de Eletrificação de Minas Gerais, assumiu a presidência da CEMIG e, logo depois da posse de JK na Presidência do País, tornou-se um dos colaboradores mais próximos do governo, participando ativamente na realização do Plano de Metas. Consultar sobre este aspecto CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE (1991)

⁴³ O seguinte comentário deve ser ressaltado: "Nesse sentido, parecia necessário ao governo "privatizar" o setor de energia elétrica, entendendo-se "privatizar" de modo especial: embora um serviço de utilidade pública, o setor deveria ser gerido pelos padrões de empresa privada, não obstante a tarifa continuasse a ser fixada pelo Governo (mas a níveis satisfatórios para as empresas). Esta tendência parece de máxima importância quando notamos que a *expansão* do setor, já nos anos 50, tem sua base na empresa pública" (CALLABI, 1980)

as autoridades governamentais terem dado ênfase e prioridade estratégica ao desenvolvimento das atividades científicas e tecnológicas; fato esse que repercutiria na qualificação da indústria elétrica brasileira.

O I PND cobriu o chamado período do “milagre econômico” brasileiro. Nesse, a capacidade geradora de eletricidade global do país ampliou-se, em média, 14,5% a.a. (VIANNA, 1991, p. 49) Paralelamente, a ênfase ao desenvolvimento tecnológico foi reafirmada. Dentre os setores contemplados com recursos nessa área estava o setor elétrico. Foi nesse plano, inclusive, que propôs-se a organização de um complexo tecnológico na antiga Guanabara, reunindo centros de tecnologia das empresas federais.

A partir de 1974, através da implantação do II PND, a política de industrialização surgia como um ajustamento da estrutura econômica à situação de escassez de petróleo e ao novo estágio da evolução industrial, passando a política energética a ser a peça decisiva da estratégia nacional. Por outro lado, seria inviável crescer rapidamente sem acelerada expansão da oferta de energia. Por isso, dizia o II PND, “será necessário reduzir, dentro do setor de energia, a dependência em relação ao petróleo, substituindo-o pela eletricidade, na medida do possível, e também por carvão, por ser este abundante no mercado (embora, em parte, importado); economizar petróleo, principalmente para a utilização em transporte; e reduzir, no total do consumo de petróleo, a parcela importada.” (LESSA, 1988, p. 21)

Quando se completasse o ciclo anterior da industrialização brasileira, que segundo os formuladores das políticas de desenvolvimento contidas no II PND, teria ocorrido no início da década de 70, o Estado voltar-se-ia para o que seria a tentativa de finalizar a montagem da estrutura industrial, com a implantação da indústria de bens de capital, em grande escala.

Face à outra diretiva básica desse Plano, que internalizava a incorporação dos recursos das regiões periféricas do país, apontando para uma política de desconcentração industrial, a política para o setor elétrico (exceção feita para o Programa Nuclear), “também tenderia a localizar projetos de alta prioridade em regiões periféricas e/ou de nova fronteira. Assim, os aproveitamentos hidroelétricos - Itaipú, Itumbiara, São Simão, Paulo Afonso IV, Xingó, Salto Santiago, Tucuruí (articulado com o complexo mineiro-industrial de alumínio) e São Félix - implicariam em desdobramentos espaciais. Um amplo programa de pesquisa do potencial hidroelétrico da Amazônia reitera, no longo prazo, este deslocamento.” (LESSA, 1988, p. 23)

Dessa forma, torna-se evidente que o processo de ISI, liderado e organizado pelo Estado, exigiu, permanentemente, crescentes quantidades de energia elétrica, para usos cada vez mais intensivos e diversificados. Além disso, no período de crise energética (a partir de 1973) a eletricidade foi colocada como fonte estratégica básica, no sentido de substituir o petróleo importado. Com isso, emergiu a necessidade imperativa de se planejar a mobilização de vultosos recursos financeiros, técnicos e humanos para se instalar no país empresas de energia elétrica capazes de construir, na maioria das vezes, de forma rápida, e operar grandes usinas, funcionando, de forma articulada, em complexos sistemas interligados que, gradativamente, foram abrangendo as principais regiões urbanas e industriais do país. Inicialmente, visavam terminar com os “gargalos” que surgiram nessa área; posteriormente (década de 70) anteciparam-se às necessidades energéticas emergentes.

Do ponto de vista da planificação tecnológica, os Planos Básicos de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo menos o primeiro e o segundo deles, tiveram um significado importante, em especial para os setores de infra-estrutura da economia brasileira, uma vez que, pelo menos, pela primeira vez, estabeleceram as condições para a criação de um modelo de desenvolvimento das atividades de P&D nesses setores. Esses planos adotaram como orientação mais geral uma estratégia baseada nos seguintes pontos: i) aceleração e direcionamento da transferência de tecnologia do exterior, ao lado do esforço de fortalecimento da capacidade de inovação tecnológica própria; ii) no campo das novas áreas tecnológicas, que em geral exigiam, na época, investimentos de grandes dimensões e alto risco (energia nuclear, pesquisa espacial, cibernética e oceanografia), seguir as seguintes orientações: enfoque eminentemente aplicado aos problemas concretos do desenvolvimento nacional e atuação segundo prioridades rigorosamente estabelecidas, em programas e projetos bem definidos, dentro dos limites financeiros prefixados; iii) priorizar a articulação do sistema de ciência e tecnologia com o sistema produtivo, com a programação governamental e, em geral, com a realidade da sociedade brasileira, da época. (BRASIL, 1973)

Os projetos prioritários nas atividades relativas ao setor elétrico, tanto no primeiro quanto no segundo PBDCT, estavam localizados nos programas referentes ao desenvolvimento de novas tecnologias (caso da energia nuclear) e nas tecnologias de infra-estrutura (energia elétrica, propriamente dita). Entretanto, mesmo nesse caso, foram alocados recursos para a energia nuclear, mostrando a importância dada a este filão energético, naquele período.

Nas áreas prioritárias, cujos projetos tiveram importantes implicações para o setor elétrico, destacavam-se: 1) área de desenvolvimento de novas tecnologias, relativas a energia nuclear: tecnologia de reatores, reatores rápidos, tecnologia de combustíveis nucleares; pesquisas básicas; formação de pessoal; prospecção de minérios nucleares.⁴⁴ 2) área de tecnologia de infra-estrutura elétrica: organização e montagem do Centro Tecnológico da ELETROBRÁS, na Ilha do Fundão, próximo à UFRJ - mais tarde denominado CEPTEL; energia nuclear; projeto hidroelétrico de ITAIPÚ; e estudos de hidrometria. Os projetos relativos a energia nuclear, nesse caso, visavam, com o apoio do Fundo de Pesquisa e Desenvolvimento da ELETROBRÁS, realizar pesquisas, estudos e projetos referentes ao tratamento de minérios nucleares e associados, bem como a produção de elementos combustíveis e outros materiais de interesse da energia nuclear. No contexto desses projetos, encontrava-se o apoio à construção da Usina Angra I, por representar, segundo o Plano, importante papel no desenvolvimento tecnológico do país. (BRASIL, 1973)

LEPECKI (1977) destaca que já no início da década de 70 vislumbra-se os seguintes campos de atuação para os Centros de Pesquisa: o preparo básico e o aperfeiçoamento no domínio da ciência e da tecnologia; a assimilação do progresso já consagrado; a adaptação da tecnologia externa às condições e peculiaridades nacionais; e a pesquisa criadora no domínio da tecnologia, da ciência aplicada e da ciência básica.

A Exposição de Motivos número 416/71 foi o marco de uma série de providências visando a criação dos Centros de Pesquisa.

Ainda em 1971, por decisão da Assembléia Geral Extraordinária dos acionistas da ELETROBRÁS, realizada em 27 de dezembro, foi autorizada a constituição do Fundo de Desenvolvimento Tecnológico, destinado, também, a dar cobertura financeira às iniciativas de pesquisa e desenvolvimento científico e tecnológico de interesse para o setor de energia elétrica, através da destinação de 0,5% do lucro líquido apurado no exercício da empresa.

Dessa forma, o Ministério das Minas e Energia - MME já passava a dispor dos instrumentos necessários para a instalação do Centro e, imediatamente, incumbiu a ELETROBRÁS da sua organização e implantação. Esta empresa, por sua vez, delegou à FURNAS os estudos iniciais visando essa implantação. FURNAS, no cumprimento de suas

⁴⁴ Ainda nesta rubrica encontramos: 1) Radioisótopos na Agricultura; 2) Isótopos na Medicina, Engenharia e Indústria. Estas, entretanto, não são atividades diretamente ligados as atividades energéticas, propriamente ditas.

atribuições, firmou um contrato de consultoria com o Institut de Recherches de L'Hydro-Quebec - IREQ, do Canadá, para que essa instituição colaborasse na definição da concepção básica do projeto do Centro. LEPECKI (1977)

A escolha do IREQ para a realização dos trabalhos relativos à concepção inicial do CEPEL, se de um lado, ligava-se a ausência de clareza quanto à adoção de uma estratégia de P&D por parte da ELETROBRÁS, por outro, prendia-se ao fato do IREQ já ter se destacado nas atividades de pesquisa relativas à indústria da eletricidade canadense, cujo sistema elétrico possui características físicas muito semelhantes ao brasileiro, ou seja, grandes hidrelétricas e transmissão de eletricidade à longas distâncias, tendo contribuído fortemente na concepção e montagem daquele sistema.⁴⁵ Sendo, portanto, louvável a iniciativa de FURNAS nesse sentido.

Entretanto, a efetiva criação do CEPEL só ocorreu em 1974.

Foi programado para o I PBDCT um dispêndio global de Cr\$ 4.267 milhões, no período de 1973/74 (a preços de 1973). Desse total, foram destinados aos projetos referentes ao setor elétrico, próximo de Cr\$ 625 milhões, ou seja, 14,6 % do total dos recursos. BRASIL (1974)

O II PBDCT, praticamente, dava continuidade, no período 1975/79, aos projetos mencionados anteriormente e, para isso, alocou recursos ao setor da ordem de Cr\$ 2.173 milhões (preços de 1975), 9,5% dos dispêndios globais. (BRASIL, 1974)

Deve-se frisar que a energia nuclear destacava-se sobremodo na aplicação de recursos nos dois PBDCTs. Enquanto no primeiro, à essa fonte energética foi destinado um mínimo de 64,0 % dos recursos,⁴⁶ (BRASIL, 1973) no segundo essa participação elevou-se para 66,0%. (BRASIL, 1974)

⁴⁵ "Coube então ao IREQ a definição da estrutura, organização técnica, administrativa e financeira do CEPEL. O projeto proposto pelo IREQ mudou completamente a proposta inicial do Ministério, que se limitava à construção de um laboratório de testes de equipamentos de grande porte, numa perspectiva apenas de curto prazo. A proposta do IREQ incluía um laboratório de sistemas elétricos, que refletia a sua própria organização e os problemas que eles já vislumbravam para o futuro. Essa área foi, inclusive, a que assumiu maior importância no CEPEL, tendo em vista os trabalhos desenvolvidos e a sua contribuição para o melhor desempenho e eficiência do sistema elétrico. Foi o IREQ que vislumbrou as alternativas para o CEPEL, muito em função de sua própria experiência e não a ELETROBRÁS." (RIBEIRO, 1996, p. 177-178)

⁴⁶ Na realidade, a participação dos dispêndios ligados a energia nuclear foi superior a essa. Isto porque, devido a falta de informações, contabilizou-se nesse cálculo apenas a parcela dos dispêndios destinados ao desenvolvimento de projetos decorrentes do "desenvolvimento de novas tecnologias" nesta área.

Do ponto de vista da geração de energia elétrica, os PBDCTs não corresponderam as expectativas. Isso porque, na medida em que não se construiu o número de centrais nucleares previstas no Programa Nuclear Brasileiro, inviabilizou-se a transferência de tecnologia explícita naquele Programa. Isso demonstra, também, uma outra faceta implícita no desenvolvimento tecnológico, que é a da incerteza quanto aos resultados à serem alcançados, quando se faz uma aposta dessa magnitude.

Por outro lado, outras ações importantes, apoiadas pelos PBDCTs, foram desenvolvidas como, por exemplo, a formação de recursos humanos na área nuclear e para outras áreas do setor energético. Além disso, deve ser destacado àquelas ações referentes ao filão hidrelétrico. O setor concluiu, por exemplo, a grande Usina de Itaipú; desenvolveu, também, um sofisticado sistema de transmissão para essa usina, um dos mais avançados do mundo, revelando um grande domínio e avanço tecnológico nessa área.

3.2.2.1.2.2 Aprendizado no Planejamento Setorial-horizontal

Esse tipo de enfoque, que iniciou-se no setor no final dos anos 50, aborda as atividades de planificação sob o ângulo da integração e da coordenação entre as empresas de energia elétrica, sejam elas *holdings*, de geração ou de distribuição.

Naquele período, “a integração entre empresas de energia elétrica tornou-se requisito fundamental para a expansão do setor, em decorrência principalmente da necessidade premente da interligação dos sistemas, com a finalidade principal de elevar a sua eficiência global.. A localização de novos projetos de expressão regional, os estudos de mercado e a integração operacional dos sistemas, capazes de assegurar maior confiabilidade de suprimento e economias de escala, exigiam, de fato, um esforço integrado de planejamento entre empresas de energia elétrica.” (CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE NO BRASIL, 1988, p. 206)

De um lado, a consolidação de empresas regionais - como FURNAS e CHESF, a maturidade alcançada pela CEMIG e a criação do Ministério das Minas e Energia (MME) e da ELETROBRÁS; (CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE NO BRASIL, 1988, p. 206) e, de outro, a presença de um núcleo de técnicos quase todos formados na prática diária de uma grande empresa, a CEMIG, além da pressão exercida pelos órgãos internacionais de

financiamento (em particular, o Banco Mundial), (FRANKEN, 1976) contribuíram, sobretudo, para o amadurecimento dessa prática de planificação no Brasil.

Além das empresas federais e estaduais e das concessionárias privadas e municipais, passaram a integrar a estrutura institucional que alicerçou esta prática de planejamento no setor, o Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica - DNAEE e o Grupo Coordenador de Operação Interligada - GCOI.

Em termos concretos, entretanto, essas iniciativas práticas começaram a se fortalecer, em grande medida, quando do início da participação das empresas de consultoria internacionais no processo, a partir da organização do consórcio de firmas denominado CANAMBRA (formado por empresas canadense, americana e brasileira). “Embora esse *processo natural* de planejamento integrado do sistema elétrico já estivesse traçado desde a elaboração do PNE pela Assessoria Econômica do último governo de Getúlio Vargas, é a CANAMBRA que vai exercer um papel preponderante no setor, através: i) de um melhor conhecimento dos potenciais hidrelétricos dos rios da Região Centro-Sul do país; ii) da elaboração de estudos energéticos mais aprofundados, que permitiam selecionar os melhores projetos hidrelétricos e determinar a exata proporção da complementação térmica que o conjunto hidrelétrico regional comportava; iii) da possibilidade de um conhecimento mais aprofundado das características dos mercados regionais, em seu conjunto; iv) da definição das deficiências globais nos sistemas de subtransmissão e distribuição e; v) da unificação de frequências; vi) da definição das diretrizes básicas para a expansão dos sistemas de transmissão e vii) de um conhecimento mais preciso dos custos das diversas fontes de energia elétrica e diferentes aproveitamentos hidráulicos.” (MEDEIROS, 1993, p. 24, citando CANAMBRA (1967))

O primeiro grande trabalho de planejamento elaborado pela CANAMBRA desdobrou-se em duas fases. Enquanto na primeira, concluída em 1963, se formalizou a expansão do setor, até 1970, na segunda fase, terminada em 1966, programou-se o atendimento da demanda de energia elétrica, até 1980. (CANAMBRA, 1967) Além dessas iniciativas, a CANAMBRA realizou os estudos energéticos da Região Sul, cujo horizonte de planejamento estendeu-se, da mesma forma, até 1980. (CANAMBRA, 1969)

Foi só a partir dos anos 70 que a ELETROBRÁS, após estabelecida uma verdadeira “*cultura de planejamento*”, (MEDEIROS, 1993, p. 25)) assumiu de fato a direção e a

supervisão técnica da planificação horizontal do setor, realizando, a partir do início dessa década, diversos planos de expansão de longo prazo (20 a 30 anos): ELETROBRÁS (1974, 1982, 1987, 1994).

3.2.2.1.2.3 Aprendizado no Planejamento Setorial-vertical

Neste tipo de planificação enfatiza-se, normalmente, a importância das empresas do setor como agentes geradores de demandas (de serviços, equipamentos, instalações e materiais diversos). Desta forma, contempla a estruturação e a organização formal das empresas de energia elétrica, num contexto mais amplo, envolvendo as relações entre os diferentes agentes que atuam na indústria: os fabricantes de bens de capital (seriados e sob encomendas), as firmas empreiteiras, as firmas de engenharia e consultoria, as agências de fomento e as instituições de ensino e pesquisa.

O objetivo estratégico, nesse caso, seria o de gerar demandas de equipamentos, instalações e obras de engenharia, em grande parte, civil, que se traduzissem num maior esforço e vantagens globais e setoriais de participação das empresas locais no processo de valorização dos seus produtos e serviços, visando o fortalecimento dos atores envolvidos. Em outras palavras, buscar-se-ia, nesse contexto, utilizar as empresas governamentais como instrumentos de efetivação do processo de transferência de tecnologia do exterior para o país.

Cabe aqui uma observação: esse tipo de planejamento teve sua prática iniciada nos anos setenta; e foi fortemente influenciado, no meado daquela década, pela planificação econômica de nível governamental mais amplo, em especial o II PND. Até então, face às fracas pressões sobre o balanço de pagamentos do país, as empresas de energia elétrica mantinham uma estratégia de compras mais direcionada para as suas eficiências produtiva e econômica mais imediatas.

As restrições existentes em relação ao balanço de pagamentos, no entanto, de acordo com o II PND, conduzia a necessidade, na época, de substituição das importações de insumos básicos (principalmente o petróleo, cuja importação representava 80,0% do consumo) e de bens de capital. Com isso, as empresas estatais foram utilizadas pelo governo federal como instrumentos de políticas, ao tentar condicionar a realização das suas compras no mercado interno. Paralelamente, deveria-se buscar acelerar o processo de capacitação tecnológica, tanto

dos usuários (no caso as empresas concessionárias de energia elétrica) quanto dos produtores dos insumos e dos bens de capital.

A partir de 1974, o Conselho de Desenvolvimento Econômico - CDE passou a emitir uma série de Exposições de Motivos (EM) sobre a política industrial em curso. Em linhas gerais, essas EM estabeleceram as seguintes diretrizes: a) análise da lista de equipamentos dos projetos em vias de serem iniciados nas estatais, com vista a identificar as possibilidades de encomendas internas dos itens previstos para importação; b) adoção pelas empresas estatais de planos de investimentos de longo prazo, plurianuais; c) criação de Núcleos de Articulação com as Indústrias - NAI que permitissem a efetivação das compras de equipamentos de fabricação nacional. Estes núcleos deveriam funcionar como mecanismos de articulação entre os departamentos industriais de engenharia e planejamento das empresas elétricas, as firmas nacionais de engenharia e consultoria e os fabricantes de bens de capital. Em 1975, os NAI foram instituídos e, em 1976, com base nos trabalhos desses núcleos, a ELETROBRÁS publicou o documento "Principais Equipamentos e Materiais Destinados ao Setor Elétrico Brasileiro - 1976/1990."⁴⁷

Dessa forma, criaram-se algumas condições para que as empresas, que dependiam das vendas para o setor elétrico, se organizassem de acordo com uma estratégia de mais longo-prazo visando o planejamento dos seus negócios. Pelo menos no curto prazo, "as compras domésticas de bens de capital das empresas do grupo ELETROBRÁS aumentaram em relação as compras totais de 64,0%, em 1975, para 76,0% em 1979, voltando a cair para 68,0% em 1980." (VILLELA, 1984)

De fato, houve uma elevação dos investimentos na expansão da capacidade instalada local das indústrias nacionais fornecedoras de matérias primas, equipamentos e instalações pesadas. Porém, isso não se traduziu numa efetiva capacitação tecnológica desse segmento industrial. As seguintes razões foram aventadas por VILLELA (1984, p. 110-111) para explicar esse fato: 1) criou-se, no período, um excessivo número de firmas no setor de bens de capital; 2) além das dificuldades e tensões internas que levaram à pouca eficácia dos NAI (normalmente chefiados por profissionais do escalão médio e com pequeno poder em relação aos departamentos técnicos e de compra), existiam razões de ordem cultural em várias empresas que faziam com que a especificação dos equipamentos forçassem as firmas

⁴⁷ Este documento foi elaborado com base nas projeções de mercado realizadas pelo Plano 90.

projetistas nacionais a se consorciarem com projetistas estrangeiros, que geralmente acabavam realizando o projeto básico, principalmente devido às exigências de prazos reduzidos, deixando apenas o detalhamento à cargo das empresas nacionais; 3) o condicionamento das empresas estatais à composição das fontes de financiamento⁴⁸; 5) os conflitos entre o *Estado Planejador* e o *Estado Produtor*, ou seja, as políticas macroeconômicas do próprio governo faziam com que as empresas de eletricidade não pudessem cumprir satisfatoriamente as diretrizes estabelecidas.⁴⁹ Junte-se à essas causas, 6) a acirrada competição das filiais estrangeiras, localizadas no Brasil;⁵⁰ 7) uma certa especialização na produção que fazia com que as empresas estrangeira produtoras de bens de capital, pelo fato de disporem, na maioria das vezes, da tecnologia mais avançada e de mais rápida evolução (a chamada tecnologia de ponta), ficarem com a parcela mais nobre da produção, deixando as empresas locais com a fabricação dos equipamentos mais comuns e menos sofisticados tecnologicamente; (FRANKEN, 1976) e, por último, o que LESSA (1988, p. 126) atribuiu como o mais importante, ou seja, 8) a herança nacional-populista, transposta aos regimes militares, na qual o Estado intervencionista, para implementar suas estratégias de desenvolvimento, organizava-se segundo uma aliança de classes, ou melhor, “por grandes pactos...que fixam os limites de manobra, o “espaço” (político-econômico) onde a decisão é viável.”

O avanço na capacitação tecnológica, que esperava-se difundir-se por todo o complexo elétrico, principalmente para nas empresas produtoras de equipamentos, de acordo com esta última causa, só seria possível caso se estabelecesse um novo pacto entre as empresas estatais e as indústrias nacionais fabricantes de bens de capital. A articulação entre esses dois setores se daria, caso se viabilizasse a implantação, num golpe concentrado no tempo, de um grande

⁴⁸ Para VILLELA (1984, p. 110), nos casos em que eram obtidos recursos de instituições financeiras internacionais, como o BIRD e o BID, era obrigatória a concorrência internacional. Já nos casos em que participavam bancos que financiavam as exportações, como os EXIMBANKs dos Estados Unidos e do Japão e seus congêneres europeus, existia por parte dessas instituições uma atitude explícita a uma participação maior de seus fornecedores no investimento global da estatal, o que claramente prejudicava a participação dos fabricantes brasileiros.

⁴⁹ Essas políticas são: o combate à inflação, que ocasionava cortes violentos nos orçamentos das empresas (levando a uma utilização mais baixa ainda da já excessiva capacidade instalada da indústria de bens de capital, mormente dos bens de capital sob encomenda); as altas taxas de juros resultantes do rígido controle de crédito, o que eleva os custos financeiros das estatais, reduzindo sua capacidade de gerar recursos próprios; as políticas de preços irrealistas, que também afetam negativamente a geração de recursos próprios; as políticas bilaterais com certos países, o que fez com que se importassem equipamentos com similar nacional; e, finalmente, o refinanciamento da dívida externa junto aos países industrializados, que tem sempre um componente de *suppliers credits* obviamente danoso às atividades das firmas nacionais de bens de capital. (VILLELA, 1984, p. 110-111)

⁵⁰ Segundo LESSA (1988, p. 125), “houve, na entrada dos 70, uma forte penetração de novas filiais na indústria - muitas sob pretexto de diversificar a oferta interna de bens de capital - que erodiu o grau de monopólio dos fabricantes nacionais em linhas tradicionais”.

bloco integrado de projetos de insumos básicos, aliados a uma nova capacidade ampliada e diversificada na indústria nacional de bens de capital que garantisse, no longo prazo, a demanda para a indústria e o suprimento daqueles insumos. Além disso, seria de fundamental importância a expansão da infra-estrutura energética sob controle estatal, em particular o setor elétrico, constituindo a base técnica que permitisse a contínua acumulação privada. Como isso não ocorreu, a mudança de padrão industrial do país ficou impossibilitada.

3.2.2.1.2.3 Aprendizado no Planejamento Empresarial

O planejamento no interior das principais empresas de energia elétrica no Brasil surgiu como decorrência das suas atribuições iniciais, ou seja, implantar projetos pioneiros. A essa atividade uniu-se, mais tarde, a de articulação da sua finalidade fim (fornecimento de energia elétrica) às atividades inerentes ao seu universo (econômico e social) de atuação.

Praticamente, desde o início da implantação das atividades empresariais de fornecimento de eletricidade no país, uma vez vislumbrada a possibilidade de realização de uma grande obra (normalmente, num contexto de crise “prevista” no abastecimento) e a perspectiva de futuros aproveitamentos hidráulicos nas proximidades, formava-se uma empresa para programar a execução daquele(s) empreendimento(s).

Se, por um lado, e em função do próprio período de transição da indústria, esse modo de atuar colocava enormes desafios administrativos para as empresas pioneiras, decorrentes das complexas atividades de gerenciamento da implantação daqueles projetos (estudos preliminares para a escolha dos sítios apropriados; contratação e administração de pessoal e de firmas especializadas nas diversas atividades envolvidas na definição e/ou construção dos empreendimentos; definição, especificação e compra dos equipamentos, instalações e compra de materiais diversos; negociações de empréstimos com as instituições de financiamento; etc.), por outro lado, oferecia excelentes oportunidades de reunir os conhecimentos básicos indispensáveis, tanto à formulação e realização dos seus projetos ulteriores, quanto para o desenvolvimento das suas atividades de produção e comercialização de energia elétrica, principalmente no caso das empresas mais organizadas.

No Brasil, as empresas que foram bem sucedidas nesta fase pioneira da administração da construção dos grandes empreendimentos, tiveram (e continuam a ter) desempenho mais satisfatório. Os casos da CEMIG, FURNAS, COPEL, CPFL, entre outros, são ilustrativos

deste argumento. Isso, entretanto, não significa que uma empresa que não tenha se saído bem nesta fase, não pudesse vir a se constituir numa boa empresa, posteriormente. No entanto, os problemas não resolvidos, ou mal solucionados, na fase anterior, normalmente se sobrepunham aos novos desafios colocados na fase de gerenciamento da empresa, ou seja, quando voltada para a operação dos seus sistemas de potência, criando dificuldades adicionais. Sem mencionar os obstáculos de natureza política inerentes à organização do Estado, nos níveis federal e estadual, que acabaram afetando as empresas sob seus controles.

Pelo menos dois pontos devem ser destacados em relação ao processo de aprendizado no tocante à planificação empresarial das concessionárias de energia elétrica: o primeiro diz respeito a pressão a que ficavam submetidas quanto ao tempo de construção dos empreendimentos. De uma maneira geral, os grandes projetos “já nasciam atrasados ou então em cima da hora, prejudicando tentativas de integrações com outros ramos de atividades; seja interna, seja externa à empresa (capacitação, preparação de futuros projetos, previsão tecnológica, contratos com a indústria de bens de capital e com firmas de engenharia, centros de pesquisa, etc.)”. (FRANKEN, 1976) O segundo ponto refere-se as insuficiências produtivas e organizacionais dos diversos agentes envolvidos no processo. Isso porque, o país, ao carecer de uma ampla infra-estrutura de agentes no início da forte expansão do setor (firmas de engenharia, produtores de equipamentos, firmas de construção civil, centros de pesquisa, etc.), criava obstáculos, de certa forma, difíceis de serem transpostos, visando o desenvolvimento mais completo daquelas empresas.

Na realidade, o que faltava ao país era uma política articuladora dessas atividades. A necessidade de construção, em tempo hábil, se sobrepunha à qualquer tentativa articuladora e dinamizadora dos agentes internos nas diversas atividades envolvidas.

Tendo em vista esse amplo contexto analítico torna-se possível, nesse momento, avançar algumas conclusões relativas à evolução histórica do SEB. Se na fase econômica primário-exportadora da economia do país, a estruturação e a dinâmica interna dessa indústria - praticamente limitadas às empresas de serviços de energia elétrica e ao esforço interno na construção de empreendimentos hidrelétricos, inclusive por firmas nacionais - foram estabelecidas pelas empresas internacionais (articuladas fortemente ao centro capitalista dominante, na medida em que contribuíam para alavancar a comercialização internacional de produtos industrializados originários dos países centrais e de produtos agrícolas, produzidos

no Brasil, em especial o café); no segundo período, quando aprofundou-se o processo de ISI, estabeleceu-se uma nova dinâmica produtiva, passando a exigir a presença na indústria de novos atores, com renovadas condutas.

O paradigma hidrelétrico constitui-se num fator técnico determinante para o avanço do aprendizado tecnológico e organizacional dos agentes locais, em ambas as fases do desenvolvimento da indústria. Como a escala dos investimentos necessários aos grandes empreendimentos elevou-se substancialmente; bem como aprofundou-se o nível de especialização necessária à formação e organização da indústria, os antigos agentes econômicos, em particular os responsáveis pela dinâmica do processo produtivo, ficaram, praticamente, impossibilitados de manter o ritmo dos investimentos exigidos. Dessa forma, os governos federal e estaduais, ao assumirem a organização e o gerenciamento das empresas do setor, liberaram e fomentaram a participação do capital privado (nacional e internacional) para atuar nas áreas mais rentáveis (em particular na fabricação de equipamentos), possibilitando, num momento de nova forma de expansão das empresas multinacionais no mundo, uma difusão e, conseqüentes, ampliação e diversificação significativas dessas firmas no país.

As empresas do setor elétrico, normalmente, organizavam-se sob a forma de *holdings*; e esse foi o modelo adotado pelas firmas governamentais brasileiras, que passaram a atuar no país no pós-guerra. Houve, de fato, uma forte tentativa de centralização das atividades setoriais relacionadas ao fornecimento de energia elétrica, através da constituição da ELETROBRÁS. Essa centralização era fundamental no sentido de viabilizar o modelo, até então, perseguido; na medida em que o padrão de desenvolvimento setorial exigia; além de uma forte coordenação de natureza técnica e organizacional, enorme concentração de recursos financeiros eram necessários aos investimentos. No entanto, as condicionantes políticas, institucionais e econômicas impostas no decorrer do processo, específicas do ambiente sócio-econômico nacional, fizeram com os mais importantes estados da federação, ao necessitarem organizar importantes empresas de energia elétrica, passassem a reivindicar, permanentemente, efetivas participações nas decisões setoriais. Com isso, a centralização, na realidade, não tornou-se efetiva no setor. Esse aspecto é central para a compreensão do atual momento de transição institucional do setor, na medida em que põe em relevo os fortes interesses locais, decorrentes de um processo histórico de desenvolvimento dessa indústria no país.

Ainda assim, a presença do Estado, através dos governos federal e estaduais, como forma de controle inovador das empresas fornecedoras de eletricidade, no segundo pós-guerra, alargou sobremodo a organização da base tecnológica do país nessa área, muito embora não tivesse sido suficiente para reverter o quadro de insuficiente especialização necessária à fabricação e à comercialização das grandes e complexas instalações e equipamentos componentes do sistema elétrico - núcleo gerador e condutor das principais inovações na indústria.

Capítulo 4

Políticas Públicas e o Setor Elétrico Brasileiro - SEB: Principais Injunções

A avaliação do processo de desenvolvimento da indústria de eletricidade no Brasil mostrou que, a partir da transição de uma economia liberal agro-exportadora para outra de natureza industrial, estabeleceu-se um novo significado para o processo de modernização tecnológica dessa indústria no Brasil. Foi quando o Estado, ao assumir no SEB a função de empresário, viabilizou, política e economicamente, a ampliação e a especialização no país da base tecnológica relativa à essa indústria. Observou-se, também, que a ampliação da indústria, na segunda fase analisada, não se deu via diversificação da utilização das fontes energéticas; e sim avançando nas escalas de produção. A participação governamental se fez presente visando, de um lado, suprir as deficiências de investimento do capital privado, face aos grandes empreendimentos previstos nesse novo período, decorrentes do novo padrão de desenvolvimento econômico do país, com base na industrialização pesada; e, por outro lado, fornecendo as condições necessárias à organização de uma infra-estrutura de empresas e órgãos que dessem o suporte necessário à montagem e à operação daqueles empreendimentos. Isso envolveu a criação e a especialização de um grande número de firmas nacionais voltadas para o projeto, construção e montagem de usinas hidrelétricas e para a fabricação de materiais e equipamentos diversos, principalmente de pequena e média densidades tecnológica. Além disso, organizou-se no país diversos cursos de nível técnico e superior, inclusive de mestrado e doutorado, que passaram a fornecer a mão-de-obra,

cada vez mais especializada, fundamental para o desenvolvimento da indústria. Ressaltou-se, além disso, o papel desempenhado pelo governo federal e pelas administrações estaduais no contexto da organização do setor no plano nacional. Estes agentes, em particular os governos estaduais, foram destacados como tendo enorme importância institucional, quando tratou-se de mudar a natureza das empresas que atuavam na indústria.

As digressões históricas fazem sentido quando auxiliam a compreensão do presente com o objetivo de formular melhores procedimentos para futuro. Dessa forma, é o presente e o futuro do setor elétrico que estarão em foco, daqui por diante, neste trabalho.

Para um melhor entendimento da dinâmica do processo de mudança tecnológica e de seus reflexos sobre as estratégias de planificação e organização das empresas do setor elétrico será necessário, antes, explicitar e analisar, pelo menos, dois níveis nos quais se desenvolvem e se sedimentam as políticas de ação governamental, bem como o conjunto de normas jurídicas que amparam a institucionalização das atividades do setor. O primeiro nível, de escopo mais amplo, envolve as **medidas de política industrial e tecnológica** implementadas pelo governo federal e que, em geral, repercutem sobre os diversos segmentos industriais, entre esses a indústria da eletricidade. Essas medidas tem como objetivos mais gerais redirecionar e requalificar as atividades produtivas e comerciais do Brasil, frente às mudanças de rumo na economia mundial, a partir dos anos 80.

O segundo nível, com evidentes laços com o anterior, diz respeito ao atual processo de **mudanças institucionais** em curso no SEB. Nesse processo opera-se um esforço dos diversos segmentos da sociedade, e do próprio setor, visando estabelecer um novo marco institucional que contribua para dinamizar novamente as suas atividades produtivas, face ao evidente processo de saturação da sua capacidade de desenvolvimento.

Nos itens finais, e tendo em vista que a questão da dinâmica tecnológica atual é de natureza ampla, estando profundamente inserida no processo de globalização das economias centrais, apresenta-se um panorama sobre o curso e a natureza da dinâmica tecnológica da indústria da energia elétrica dos países mais industrializados para, em

seguida, através de uma análise do processo de regulação do setor elétrico americano, verificar as relações guardadas entre esse processo e o quadro das transformações tecnológicas na indústria.

4.1 Política Industrial e Tecnológica Brasileira nos Últimos 15 Anos

As primeiras propostas de mudança de enfoque da política industrial brasileira começaram a se esboçar, praticamente, só no final dos anos 80, quando o eixo da problemática do desenvolvimento começou a deslocar-se das medidas de políticas centradas na expansão da capacidade produtiva para a produção vinculada ao aumento da competitividade dos diversos segmentos empresariais do país.

Essas propostas ganharam relevância, quero crer, em função da emergência no cenário internacional de um novo padrão industrial, simbolizado por profundas mudanças organizacionais e por intensas inovações nas áreas de informática, microeletrônica e de novos materiais. No entanto, do ponto de vista local, se de um lado essas mudanças contribuem para alargar a eficiência e a eficácia dos processos produtivos, além de gerarem a abertura de novos segmentos de negócios, por outro lado, desarticulam atividades industriais que haviam sido constituídas de acordo com o padrão anterior de desenvolvimento da economia brasileira, centrado no processo de substituição de importações.

É impossível se negar que na prática da política industrial brasileira acumularam-se problemas de diversas categorias, que passaram a requerer profundas intervenções.¹ Dessa forma, no decorrer dos anos 80, começaram a surgir novas formulações para a política industrial e tecnológica, visando o desenvolvimento, em novas bases, da economia nacional. Nesse sentido, a noção de competitividade industrial, como forma de modernização empresarial, ganhou força como estratégia de mudança.

¹ Entre esses problemas, SUZIGAN (1996, p. 14-15) destaca: "i) protecionismo excessivo não seletivo, sem metas nem prazos de *phasing out*, e sem quaisquer contrapartidas em termos de desempenho como, por exemplo, exportação; ii) tardia e insuficiente ênfase no fomento à exportação; iii) quase desleixo em relação à capacitação tecnológica para inovar, em complementação ao fomento à capacitação para produzir; iv) ampla concessão de subsídios (fiscais e financeiros) à formação de capital industrial e à exportação de produtos manufaturados; v) forte intervenção reguladora, particularmente sobre investimentos, preços e salários, implicando reservas de mercado informais em alguns setores e indústrias, eliminação da competição por preços e queda ou estagnação do salário real, que não se beneficiou dos ganhos de produtividade; vi) não-sequencialidade dos planos e políticas, com apenas dois períodos em que o desenvolvimento industrial foi objeto de planejamento indicativo, estabelecimento de metas setoriais e coordenação de instrumentos e políticas auxiliares".

Os Decretos Leis 2.433 e 2.451, ambos regulamentados pelo Decreto 96.760, de setembro de 1988, foram, basicamente, os primeiros diplomas legais que apontaram na direção da mudança. O primeiro estabeleceu diversos instrumentos de ação administrativa, tais como os Programas Setoriais Integrados - PSI, os Programas de Desenvolvimento Tecnológico Industrial - PDTI e o BEFIEEX. Este, por sua vez, foi reformulado visando, principalmente, estimular as exportações de bens industrializados. O Decreto Lei 2.451, por seu turno, conferiu isenção automática dos impostos de importação e de produtos industrializados para os projetos infra-estruturais considerados prioritários.

Posteriormente, outras Normas, juntamente com a implementação de diversas medidas administrativas, foram estabelecidas.

No início da década de 90, entretanto, as orientações governamentais passaram a assumir um rumo mais liberal. Isto é, direcionaram-se para dotar a economia brasileira de regras econômicas que enfatizasse o livre funcionamento do mercado interno. No entanto, o governo não abriu mão de ter uma política industrial que pudesse estabelecer as grandes orientações do país para determinadas áreas e setores da economia. Sem dúvida, a principal iniciativa nesse sentido foi a adoção da Política Industrial e de Comércio Exterior - PICE. Através dessa política propunha-se a realização de profundas mudanças estruturais no padrão de desenvolvimento do país, incentivando a modernização do parque industrial, ao mesmo tempo em que propugnava pela elevação da competitividade empresarial, a níveis internacionais. Além disso, a minimização da participação do Estado nas atividades produtivas e a abertura, sem restrições, da economia ao capital internacional, passaram a fazer parte da agenda liberal, no sentido da modernização da indústria brasileira.

Com a PICE foram criados novos instrumentos de controle, como o Certificado de Registro de Fabricação - CRF. Por outro lado, foram eliminados Órgãos que, desde a década de 70, regulamentavam a entrada de firmas e produtos no mercado brasileiro, como foi o caso do Conselho de Desenvolvimento Industrial - CDI. No que se refere ao financiamento, reformulou-se, por exemplo, a atuação do BNDES, objetivando transformá-lo num instrumento mais eficaz de fomento da modernização das empresas.

Muito embora nas diretrizes da PICE tenha sido enfatizada a necessidade da melhoria do progresso técnico e da capacitação tecnológica da indústria, isso não poderia ser feito sem o apoio de Órgãos que, até então, já haviam acumulado uma certa capacitação na coordenação e na formulação de diretrizes políticas na área do desenvolvimento tecnológico. Entretanto, contraditoriamente, o governo federal resolveu extinguir os Ministérios da Indústria e Comércio e Ciência e Tecnologia. Só mais tarde, reconhecendo esse e outros erros da política governamental em curso, o executivo voltou a reforçar as atividades nas áreas científica e do desenvolvimento industrial e tecnológico. Além de criar o Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT, aprovou a Lei 8.661, de 02 de junho de 1993, regulamentada, posteriormente, pelo Decreto N° 949, de 5 de outubro de 1993. Essa Lei dispôs sobre os incentivos fiscais para a capacitação tecnológica das empresas industriais e agropecuárias que passariam a ser estimuladas para o desenvolvimento tecnológico, através do Programa de Desenvolvimento Tecnológico e Industrial - PDTI e do Programa de Desenvolvimento Tecnológico Agropecuário - PDTA. Esse Decreto referenciou-se, inclusive, a revogação do Decreto 96.760, que regulamentou os Decretos 2.433 e 2.451. Através do PDTI e do PDTA o governo federal objetivou, em linhas gerais, introduzir mecanismos que viabilizassem a elevação da competitividade empresarial no tecido industrial brasileiro, num contexto de ampla absorção e difusão de tecnologias externas.

Além desses Programas, pelo menos mais dois instrumentos tem sido utilizados pelo governo no contexto da PICE: o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade - PBQP e o Programa de Competitividade Industrial - PCI. Este, visa dotar as empresas industriais e agropecuárias brasileiras de competitividade frente ao mercado internacional. Nesse sentido, priorizaria, além do incremento de padrões de eficiência e qualidade industrial de setores que possuam reais vantagens comparativas, o desenvolvimento de setores geradores e difusores de avançadas tecnologias de ponta.

O PBQP, por sua vez, é o principal instrumento de apoio ao esforço nacional de modernização, centrado na promoção da melhoria da qualidade e da produtividade dos serviços e dos bens produzidos para o mercado interno e para o exterior. Nesse sentido, sinaliza fortemente para a necessidade de um grande esforço voltado para a capacitação tecnológica da produção e dos métodos de gestão empresarial.

Outra área de destaque é a ambiental. A importância assumida pelas questões ecológicas, no decorrer dos anos 80, levou o governo federal a se posicionar mais nitidamente, criando instrumentos que orientassem a sua atuação e a dos diversos agentes em relação a esse tema. O principal deles é a Lei Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Essa lei, alterada posteriormente pela Lei Nº 7.804, de 18 de julho de 1989, estabeleceu mecanismos visando a implementação da Política Nacional do Meio Ambiente, estabelecendo os instrumentos de gestão e ações corretivas e, principalmente, preventivas nessa área. São eles: o estabelecimento de padrões de qualidade ambiental; o zoneamento ambiental; a avaliação de impactos ambientais; o licenciamento e a revisão de atividades efetivas ou potencialmente poluidoras; os incentivos à produção e à instalação de equipamentos e a criação ou absorção de tecnologia, voltados para a melhoria da qualidade ambiental; a criação de espaços territoriais especialmente protegidos pelo poder público federal, estadual e municipal, tais como áreas de proteção ambiental, de relevante interesse ecológico e reservas extrativistas; o sistema nacional de informações sobre o meio ambiente; o cadastro técnico federal de atividades e Instrumentos de defesa ambiental; as penalidades disciplinares ou compensatórias ao não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção da degradação ambiental; o relatório de qualidade do meio ambiente; a garantia da prestação de informações relativas ao meio ambiente; o cadastro técnico federal de atividades potencialmente poluidoras e/ou usuárias dos recursos ambientais. (MALHEIROS, 1996)

4.2 Reforma Institucional do Setor Elétrico Brasileiro

4.2.1 Medidas de Âmbito Federal

A necessidade de reformar institucionalmente o SEB ganhou maior visibilidade após o início da crise de financiamento que este passou a enfrentar, nos últimos 15 anos. Esta crise remonta aos primórdios dos anos 80, e desenvolveu-se a partir da chamada crise do endividamento do setor público, que levou a deterioração financeira de um grande número de concessionárias de energia elétrica.

As dificuldades de financiamento começaram a surgir quando, no início dos anos 80, começou a haver brutais elevações das taxas de juros dos empréstimos externos, afetando, com isso, a saúde financeira de grande parcela das concessionárias de energia elétrica, em particular aquelas que, no decorrer dos anos 70, fizeram empréstimos

internacionais, visando expandir suas capacidades de produção. Somou-se a esse fato a elevação dos preços dos principais produtos e serviços utilizados pelas empresas do setor, que decorreu, por um lado, das medidas da política industrial protecionista do período e, por outro, da elevação dos custos das instalações e equipamentos, provocada, em grande medida, pelas crises do petróleo de 1973 e 1979.

Esse contexto, em função da ausência de medidas que reorientassem a mudança de rumo da política energética brasileira, centrada, no período, na substituição dos derivados de petróleo, porém incentivando o uso da eletricidade, levou ao progressivo aumento da dívida do setor elétrico, ao mesmo tempo em que começaram a se escassear os créditos dos organismos externos de financiamento, principalmente do Banco Mundial.

Dessa forma, já nos primeiros anos da década de 80, começou a se explicitar a fragilidade do modelo institucional que apoiou o desenvolvimento do setor elétrico, a partir do segundo pós-guerra.

Frente à esse quadro, no meado dos anos 80, o setor passou a se mobilizar para introduzir mudanças que dessem suporte e orientassem a resolução da crise. No início, os esforços realizados ainda pautavam-se de acordo com os padrões de desenvolvimento remanescentes. Até 1988, a mais importante medida adotada pelo setor restringiu-se a formação, por intermédio da Portaria MME 661/87, de um grupo, denominado REVISE, para estudar a reforma institucional do setor elétrico⁶. Essa medida sinalizava com clareza a necessidade e a intenção de mudanças no setor. De concreto, pelo menos, despertou os agentes sociais para a profundidade e a gravidade dos problemas à serem enfrentados. Evidenciava-se, porém, que a resolução desses problemas, na realidade, fugiam dos limites do setor, necessitando, portanto, de uma ampla discussão que envolvesse, não só os diversos agentes da indústria da eletricidade (atuais e os novos entrantes), mas, também, a sociedade, de uma maneira geral.

⁶ Antes do REVISE já haviam sido implementadas outras medidas visando ampliar a importância de determinados atores no contexto da oferta de energia elétrica. No entanto, estas medidas não tiveram grandes repercussões: em 1981, por exemplo, a DL 1872/Portaria DNAEE 084, dispôs sobre a aquisição de excedentes de auto-produtores por parte de concessionários; em 1982, a Portaria DNAEE 109, estabeleceu requisitos para projetos de PCHs; em 1985, através da Portaria DNAEE 283, regulamentou-se a compra, por auto-produtores, de demanda suplementar e/ou reserva; por fim, em 1988, a Portaria DNAEE 246 regulamentou, novamente, a compra de excedentes dos auto-produtores, estabelecendo limite superior para a tarifa com base nos custos marginais regionais. Além dos diplomas legais, consultar sobre esse tema SETC/COGERBA/DNAEE (1995) e ROSA&SENRA (1995).

Mais recentemente, e no contexto das medidas de política econômica do governo federal, voltadas muito mais para a solução dos *déficits* orçamentários, o executivo passou a estabelecer medidas voltadas para a “flexibilização” das atividades do SEB. Essas medidas, claramente, visam abrir espaços, na totalidade da cadeia produtiva, para a atuação dos agentes privados, como principal alternativa de superação da crise da expansão e da modernização produtiva e tecnológica deste segmento.

Entretanto, existe uma enorme controvérsia à respeito desse tema. De um lado, o governo federal, apoiado numa ampla base de sustentação parlamentar e, de outro, largos segmentos da sociedade, contrários à grande parte do que vem sendo proposto pelo governo.

Os principais argumentos utilizados pelo governo federal em defesa da participação privada foram assim resumidos: i) introduzir alguma competitividade e melhorar a eficiência do setor, principalmente, para reduzir custos das obras contratadas com as empreiteiras; ii) a deficiência da gestão das empresas estatais no quadro político atual do Brasil, pressionadas por todos os lados, com ingerências dos políticos, dos governos e uma legislação que impede de atuar eficientemente; iii) a falta de recursos do Estado para investir no setor elétrico, necessitando-se financiá-lo.” À estes argumentos aliam-se outras motivações, integrantes do receituário do Banco Mundial, tais como: i) criação de órgãos de regulamentação do setor, independentes tanto das concessionárias como do governo, com autoridade para evitar que o governo interfira na gestão do dia-a-dia das concessionárias; ii) estabelecimento, pelo governo, de regras gerais claras para tarifas realistas de energia elétrica, de preferência horossazonais, administradas pelos órgãos de regulamentação do setor; iii) eliminação, o máximo possível, de subsídios no setor; iv) utilização de “contratos de gestão” para reger as relações entre as concessionárias estatais de energia elétrica e o governo, seu proprietário; v) priorização de investimentos na reforma de usinas, ao invés da construção de novas plantas; 6) melhoria nos programas de manutenção; vii) diminuição das perdas técnicas e comerciais na rede elétrica; viii) priorizar a construção de novas usinas termelétricas, de preferência as eficientes plantas a ciclo combinado, queimando gás natural, em vez de novas usinas hidrelétricas, de elevado custo de capital e longo período de construção; ix) dar prioridade aos investimentos em programas de conservação de energia elétrica e modulação de cargas; x) negociação transparente das questões ambientais nos órgãos,

independente de regulamentação do setor; xi) participação crescente da iniciativa privada no setor, de todas as formas possíveis. (BAJAY&CARVALHO, 1996)

Por outro lado, contrários, por exemplo, à venda pura e simples das empresas elétricas da União e dos estados são apresentados os seguintes argumentos: i) o aumento acentuado das tarifas de energia elétrica no caso da privatização, apesar do discurso contrário do governo, tendo como base o caso argentino, e, ademais, o alto risco de desestruturar o sistema interligado, que é operacionalmente eficiente; ii) a transferência de ativos das empresas públicas, remontando a mais de US\$ 100 bilhões por um reduzido percentual de seu valor, com um retorno rápido para o comprador que certamente aumentará as tarifas; iii) as empresas privatizadas dificilmente investirão nas obras de expansão da energia, que dão retorno no longo prazo, especialmente na hidreletricidade que é uma vantagem comparativa do Brasil na competição internacional.” (ROSA & SENRA, 1995, p. 20)

No entanto, o governo federal tem conseguido, de certa forma, fazer valer seus pontos de vista, viabilizando a aprovação de alguns diplomas legais que se alinharam na direção da flexibilização do setor. Os principais seriam: *Lei 8.631, de 1993*, que, ao estabelecer o fim da equalização tarifária e da remuneração garantida das concessionárias, sinalizou para uma cobrança de tarifas com base mais próxima dos custos reais dos serviços prestados pelas concessionárias; *Decreto Lei 915, de 1993*, que regulamentou a figura do consórcio entre concessionárias e auto-produtores; *Lei 8.987, de 1995*, mais conhecida como Lei das Concessões, que estabeleceu os princípios gerais da prestação do serviço e do regime tarifário, além das características do processo licitatório que deve preceder a outorga da concessão para a exploração de serviços públicos de energia elétrica.

De concreto, no entanto, em termos de privatizações na esfera federal, ocorreram, tão somente, a venda de duas concessionárias distribuidoras de energia elétrica que estavam sob o controle do governo: a ESCELSA, no Espírito Santo, que passou para o controle do capital privado nacional, e a LIGHT, no Rio de Janeiro. Essa, agora sob o controle do capital internacional, representado pela Eletricité de France - EDA.

Além dos diplomas legais mencionados acima, a criação do Sistema Nacional de Transmissão de Energia Elétrica - SINTREL pode repercutir fortemente sobre a

estrutura e a natureza do setor, na medida em que objetiva reestruturar a operação interligada do sistema, abrindo espaço para a criação de uma “empresa-rede”, que opere com uma certa “neutralidade” administrativa, no âmbito de uma controvertida reforma visando a desverticalização das concessionárias de energia elétrica⁷. Esse fato, por outro lado, abre perspectivas para que a(s) empresa(s) que atuar(em) na rede seja(m) pública(s). Nesse sentido, pode vir a ser constituída uma empresa federal ou várias estaduais para atuarem na transmissão.

Através da Lei 1.669/95, também recentemente aprovada, foi criada a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, órgão que se incumbirá da regulação e da fiscalização da produção, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica, além de cooperar na elaboração dos planos nacionais para o setor.

4.2.2 Medidas Institucionais de Âmbito Estadual

As orientações em relação ao tema “mudanças institucionais” diferenciam-se entre os diversos estados da federação. Alguns, por motivos diversos, aderiram à proposta, feitas pela União, de desestatização das concessionárias de energia elétrica. Outros, entretanto, procuram implementar estratégias distintas que, em alguns casos, reconhecendo a importância dos serviços de eletricidade para o desenvolvimento local, procuram manter as empresas governamentais como fornecedoras desse tipo especial de produto.

Menciona-se, a seguir, a forma de condução das medidas institucionais em quatro importantes estados brasileiros: Rio de Janeiro, São Paulo, Rio Grande do Sul e Minas Gerais. O governo do Estado do Rio de Janeiro, por exemplo, sob a influência do governo federal, privatizou recentemente a CERJ. A privatização dessa companhia é parte integrante de um processo maior de desestatização de várias empresas atualmente sob a responsabilidade do governo do Estado e engaja-se num acordo entre o Rio de Janeiro e o governo federal visando o reescalonamento das dívidas públicas.

⁷ Por outro lado, outros registros legais foram estabelecidos sem, contanto, possuírem a mesma dimensão de reestruturação dos registros mencionados acima. São eles: a Portaria 1063/93, que estabeleceu a flexibilização na negociação de tarifas para consumidores eletro-intensivos e a Lei 9.074, de 07/07/95, que criou a figura do produtor independente.

Ao privatizar a CERJ, agora controlada por um consócio formado pela Chilectra (Chile), EDP (Portugal) e a Endesa (Espanha), o governo optou por colocar, praticamente, toda a distribuição de energia elétrica feita no Estado sob a responsabilidade do capital internacional, uma vez que a LIGHT passou a ser controlada pela Electricité de France - EDF.

Por outro lado, o Rio de Janeiro, talvez pelo fato de não ter realizado um vigoroso processo de aprendizado tecnológico e organizacional ao longo da organização e desenvolvimento desse setor, não foi capaz de coordenar uma transição de atores mais favorável aos interesses locais.

O Estado de São Paulo também se direciona para desestatizar suas concessionárias de energia elétrica. Para tal, o governo paulista criou o Programa Estadual de Desestatização - PED que "estabelece as regras básicas para todo o processo paulista de desestatização e autoriza a venda das quatro empresas energéticas - CESP, ELETROPAULO, CPFL e COMGÁS" (FILHO, 1996) visando, primordialmente, "afastar o Estado da responsabilidade de viabilizar recursos para investimentos", tendo em vista, segundo seus idealizadores, "a grave crise financeira desse mesmo Estado, a mais de uma década, e concentra-lo nas suas atividades intransferíveis de regulador e fiscalizador da qualidade e dos custos, garantindo as condições legais e institucionais para o retorno dos investimentos". (ZYLBERSTAIN, 1995)

Essa estratégia desenvolve-se mediante a implementação dos seguintes procedimentos: i) reorganização das concessionárias controladas pelo Estado de São Paulo, a partir da oxigenação da estrutura organizacional das atuais empresas, por meio de "unidades de negócios", especializadas em cada uma das atividades que constituem a cadeia produtiva do setor; ii) criação de empresas independentes, a partir das "unidades de negócios" então implantadas; e, por último, iii) privatização (flexível e modularizável) das chamadas "unidades de negócios". Prevendo-se, para isso, o estabelecimento de regras estáveis para um mercado competitivo na expansão da oferta, regulado na distribuição e com acesso garantido de produtores, consumidores livres e distribuidores ao sistema de transmissão, *desverticalizando* o modelo industrial do setor elétrico.

De acordo com o modelo proposto para o setor elétrico paulista, em sintonia com o SINTREL, “a transmissão ocupará o papel estratégico que já foi da geração no passado...” isso porque, pretende-se que tanto a expansão da geração quanto a redução de custos na distribuição se viabilize com efetiva competitividade, a partir de “um serviço de transmissão comercialmente neutro, não vinculado à oferta ou à demanda” (ZYLBERSTAIN, 1995), porém “mantendo como estatal a companhia transmissora”. (FILHO, 1996)

Através da estratégia de oferta (geração), buscar-se-á a realização de um reagrupamento das concessões por bacias hidrográficas, o que permitirá, segundo seus proponentes, a manutenção das atuais condições administrativas dos recursos hidroenergéticos e a identificação dos reais custos das usinas. Esse mecanismo garantiria uma competição justa entre as distribuidoras (quando se pretende que se amplie o número delas), uma vez que a manutenção do atual “mix” tarifário de suprimento não será feito pelas geradoras, mas em cada distribuidora, que passaria a contratar blocos de energia no mercado, conforme sua necessidade, em regime de competição. Pretende-se, além disso, que a empresa distribuidora seja um ator ativo no processo de gestão, responsabilizando-se, também, por seus resultados.

Por último, a concretização desses esforços se tornará viável, segundo ZYLBERSTAIN (1995), através da execução de um processo de “engenharia financeira”, executada pelas “*holdings*”, ainda sob o controle do Estado. Esse processo seria fundamental no sentido de viabilizar recursos para o saneamento do passivo das empresas, através da maximização do valor dessas, quando saneadas, envolvendo a alocação dos ativos nas subsidiárias e a redistribuição do endividamento, de acordo com a capacidade e atratividade econômica de cada uma das concessionárias.

Nesse sentido, buscar-se-á “pagar as dívidas da administração direta e indireta, até mesmo antes da venda dessas empresas e outros bens do Estado.” (FILHO, 1996) Com essa finalidade, foi criada a Companhia Paulista de Ativos - CPA, que possui como objetivo específico securitizar a dívida paulista. Essa empresa “vai receber os bens à serem privatizados e, com o lastro desse patrimônio, emitirá títulos para pagamento de dívidas consolidadas.” (FILHO, 1996)

Além disso, no contexto dessas mudanças, o governo paulista vem propondo a criação da "Comissão de Serviços Públicos de Energia, Órgão estadual voltado à fiscalização e regulamentação do setor elétrico em São Paulo." (USP, 1996)

Muito embora algumas dessas orientações possam ser criticadas, é importante o reconhecimento de um certo sentido estratégico de organização nessas medidas. Certamente, muito pelo fato do Estado de São Paulo possuir uma forte tradição na realização de atividades no setor elétrico. Esse programa tem, no mínimo, o mérito de empreender esforços direcionados para a valorização do patrimônio público, representado pelas concessionárias estaduais, antes de transferi-lo para outros acionistas. Diga-se de passagem, isto não foi feito no caso da privatização da CERJ, no Rio de Janeiro.

No Estado de Minas Gerais, por outro lado, a sua forte tradição na área, aliada a um certo espírito mineiro de agir, parece indicar na direção de uma proposta mais moderada para o setor. Muito embora também negocie com o governo federal uma forma escalonada para o pagamento de suas dívidas, Minas adotou um modelo institucional diferente dos anteriores, na medida em que, ao mesmo tempo que ampliou a participação do capital privado no controle acionário da CEMIG, vendendo aproximadamente, 33,0% das ações ordinárias da empresa (um negócio avaliado em R\$ 1,2 bilhão)³, manteve a empresa sob o controle do Estado.

Nessa decisão parece residir o reconhecimento da importância estratégica para o Estado mineiro da CEMIG; na medida em que esta empresa é tratada como um agente central do processo de desenvolvimento econômico e social de Minas Gerais.

Já o novo modelo institucional para o setor elétrico do Rio Grande do Sul, aprovado em dezembro de 1996, pela Assembléia Legislativa Gaúcha, pelo menos no atual momento, constitui-se num misto de privatização com estatização federal e estadual de empresas desverticalizadas.

A CEEE foi dividida em seis empresas, três ficarão como subsidiárias da nova CEEE (geração hídrica, transmissão e uma de distribuição), cujo controle acionário será

³ O patrimônio da CEMIG está avaliado entre US\$ 10 bilhões e US\$ 11 bilhões. (GAZETA MERCANTIL, 1996)

mantido pelo Estado, e as três demais (geração hídrica e duas distribuidoras) serão privatizadas.

“No novo modelo energético da CEEE haverá a divisão dos sistemas de geração hídrica e térmica (usando carvão mineral e, futuramente, gás)...No caso da geração térmica se inclui a entrega à União de todas as termelétricas,⁴ num valor estimado em R\$ 700 milhões, como parte do pagamento da dívida mobiliária do Rio Grande do Sul. Também servirá para reduzir dívidas da própria CEEE e pagar parte do programa de reforma do estado, como o de demissões voluntárias.” (JORNAL DO BRASIL, 1997, p. 6)

Por outro lado, em relação a geração hídrica, que momentaneamente está em poder do Estado, “haverá concessões envolvendo 14 usinas, com potência de 892 MW, incluindo os sistemas do Jacuí, Salto e pequenas unidades.” (JORNAL DO BRASIL, 1997, p. 6)

Em se tratando de distribuição, “o novo modelo dividiu o Estado em três grandes regiões: a distribuidora Sul/Sudeste continuará sob controle da CEEE; as distribuidoras Norte/Nordeste e Centro/Oeste serão privatizadas. A divisão permite às três cobrirem parte da Região Metropolitana, Vale dos Sinos e a Região de Caxias do Sul, áreas mais interessantes para grupos privados.” (JORNAL DO BRASIL, 1997, p. 6)

Além disso, a expansão do sistema de potência gaúcho, em particular a geração de energia elétrica, comportando usinas hidrelétricas e termelétricas a carvão mineral e a gás natural, será conduzida em parceria entre o governo do Rio Grande do Sul e a iniciativa privada. Para tal já estariam previstos, até o ano 2000, investimentos da ordem de R\$ 2,3 bilhões, visando a implantação no Estado de mais 6.815 MW; 38,4% dos quais hídricos e 61,6% térmicos.

Dessa forma, evidencia-se que não existe apenas uma única solução institucional em andamento; ou seja, o tema está ainda repleto de controvérsias. Logo, é preciso prudência por parte dos governos federal, estaduais, ou mesmo municipais,⁵ no sentido

⁴ Candiota, São Gerônimo e Nutepa, num total de 489 MW de capacidade instalada.

⁵ Esses últimos, inclusive, distante do processo de discussão à respeito do futuro das empresas de energia elétrica que cobrem o atendimento de suas localidades. Analisando o caso recente de privatização da Companhia de Eletricidade do Rio de Janeiro - CERJ, RODRIGUES (1995) comenta que “o observado no processo de privatização foi a ausência de manifestações por parte dos municípios. Segundo esta fonte

de estabelecer claramente o papel que se espera em relação ao desempenho por parte dessas concessionárias, no contexto espacial e social do desenvolvimento das localidades onde estejam estabelecidas (ou possam se estabelecer), tentando verificar se convém (ou não) a desestatização (parcial ou total) dessas empresas, tendo em vista os amplos objetivos do desenvolvimento sócio-econômico à serem delineados.

4.3 A Questão Tecnológica & Medidas Institucionais : Avaliação das Inter-relações no Quadro das Economias Desenvolvidas

Do ponto de vista das tecnologias utilizadas, quais seriam as implicações das medidas institucionais sobre as empresas do SEB? Estariam essas medidas sendo conduzidas como decorrência da dinâmica atual do processo de mudança tecnológica na indústria elétrica no plano mundial?

Face à uma extrema dependência do SEB em relação às tecnologias desenvolvidas no exterior, a resposta à essas indagações passa por uma outra relacionada ao estágio atual do desenvolvimento tecnológico na indústria elétrica no plano mundial, ou melhor, nos países mais industrializados. Dessa forma, no contexto das principais inovações tecnológicas, ora em fase de difusão internacional, quais teriam algum tipo de impacto na dinâmica e na estrutura das empresas do SEB? Em caso positivo, em que medida seriam necessárias reformas institucionais e qual a natureza dessas reformas para que se viabilize essa absorção?

Nesse item procura-se reunir um conjunto de elementos elucidativos das questões anteriores. Para tal, inicialmente, tece-se algumas considerações à respeito da trajetória tecnológica do setor elétrico dos países mais desenvolvidos industrialmente, a partir dos anos sessenta, quando emergiram os principais problemas que levaram esse grupo de países à implementarem uma série de medidas visando adequar os sistemas energéticos à nova realidade internacional, em particular em relação aos novos patamares dos preços dos produtos e serviços energéticos, pós-crisis do petróleo de 1973 e 1979. Em seguida cuida-se de analisar o caso específico dos EUA, refletindo sobre a natureza das reformas

“os atuais prefeitos e os futuros deveriam ter sido chamados à atenção para o fato de que a energia elétrica é uma mercadoria diferente das demais, principalmente por se tratar de um serviço público”. Comenta, além disso, que “os novos prefeitos deveriam conhecer o contrato de concessão assinado pelo Governo estadual e pelos novos proprietários para entender de que maneira os municípios poderão ser afetados.” Lembra, também, que “a distribuição de eletricidade é feita sempre por uma empresa monopolista e estruturas de monopólio exigem presença efetiva dos governos para que protejam pequenos e médios consumidores de tarifas elevadas. Além disso, os novos prefeitos deverão estar atentos para os investimentos da empresa, principalmente nos municípios mais pobres”.

institucionais em curso nesse país, em particular a partir de 1978, bem como sobre os reflexos dessas reformas na estrutura tecnológica e organizacional das empresas do setor elétrico. Posteriormente, estabeleceu-se alguns parâmetros comparativos com o caso brasileiro.

4.3.1 Principais Diretrizes das Políticas Energéticas dos Países Industrializados nos Últimos Trinta Anos

Parece existir um certo consenso entre os especialistas em energia que uma das principais questões colocadas para o setor elétrico dos países mais industrializados, do início da década de 70 até, pelo menos, a metade dos anos 80, foi a necessidade de se encontrar processos substitutivos aos de geração com base nos combustíveis fósseis, em particular os derivados de petróleo, como decorrência das crises de preços desse energético em 1973 e 1979.

Face, principalmente, à diversidade das estruturas de geração, foram distintos os efeitos dos choques do petróleo sobre o setor elétrico dos diversos países. Entretanto, apresentam em comum o fato de traduzirem-se, embora de forma escalonada no tempo, na elevação dos custos médios unitários de fornecimento.

Nesse contexto, foram testadas diversas tecnologias de geração. Dentre essas, a que utiliza energia nuclear foi, sem dúvida, a eleita como a favorita, visando a substituição dos derivados de petróleo. Passou-se a pensar, também, numa ampliação do uso de energias renováveis e na implantação de políticas melhoria da eficiência no uso e na produção de eletricidade.

Entretanto, o contexto das abrangentes inovações tecnológicas ocorridas nesse período, impulsionadas, em grande medida, por essas mesmas crises, aliado à força política dos movimentos sociais em prol da melhoria da qualidade de vida, conduziram à soluções que nem sempre se enquadravam no quadro planejado pelas empresas. A inviabilidade da expansão nuclear foi uma delas. Por volta dos anos 50 e 60, já eram visíveis os esforços tecnológicos de inovação na área da geração nuclear. Nessa época, surgiram os primeiros indícios da possibilidade do fim da era dos combustíveis fósseis⁶

⁶ Já no início dos anos 70, a base dos sistemas de geração da grande maioria dos países industrializados repousava na ampla utilização dos combustíveis fósseis (carvão mineral e *fuel-oil*), que representavam acima de 60,0% da geração de energia elétrica desses países. Em 1973, os países pertencentes a OCDE geraram o equivalente a 4.170 TWh, assim repartidos: 35,0% através das centrais elétricas a combustíveis

e, conseqüentemente, passava-se a debater a necessidade de viabilizar a realização de uma transição dos processos de produção de energia elétrica, baseados nesses combustíveis, para uma nova fonte de geração que, acreditava-se, fosse a energia atômica.

Dessa forma, a crise do petróleo de 1973 só veio reforçar essa idéia, alimentando um contexto de transformações que impulsionou as indústrias de energia elétrica na direção da colocação no mercado de sistemas de geração nuclear tecnologicamente viáveis; ainda que com preços pouco competitivos, mas com perspectivas otimistas de redução face, na época, aos possíveis ganhos de economia de escala e ao esperado aumento da procura por esse tipo de tecnologia no plano mundial. A questão nuclear também ganhou maior relevância, dentre outros fatores, em função do conteúdo político-estratégico que assumiu a crise, tendo em vista, principalmente, a ascensão no cenário internacional da Organização dos Países Produtores de Petróleo - OPEP. Essa ascensão, bem como as medidas daí decorrentes, onde a principal foi a tomada de posição em relação à valorização econômica dos recursos energéticos dos países pertencentes a esta organização - através de uma elevação dos preços do petróleo - contribuiu para explicitar a enorme dependência externa dessa fonte de energia assumida pelo sistema produtivo dos países centrais, cujas principais reservas concentravam-se (e ainda concentram-se) nos países do terceiro-mundo.

Foi assim, e certamente por isso, que o petróleo passou a centralizar as atenções no conjunto das políticas energéticas dos países industrializados. Dessa forma, os diferentes segmentos da economia, em particular os grandes segmentos de usuários, dentre esses as empresas de eletricidade, tornaram-se alvos dessas políticas que visavam, em grande medida, restringir a utilização dos derivados do petróleo.

As primeiras impressões quanto ao futuro do petróleo, nessa época, foram bastante desanimadoras. As previsões realizadas caracterizavam-se, de fato, por um grande pessimismo. Em função disso, foram colocadas diversas alternativas visando a superação das deficiências previstas em relação ao petróleo. No caso do setor elétrico, a principal delas foi a expansão da produção de eletricidade com base na energia nuclear.

sólidos (basicamente carvão mineral), 26,0% gerados nas térmicas a óleo combustível, 22,0% pelas centrais hidrelétricas, 12,0% por centrais a gás (principalmente gás natural) e, por último, as usinas nucleares que geraram a menor parcela (5,0%). (SOARES, 1996, p. 1363)

No entanto, muito embora este tipo de geração tenha, pelo menos até 1990, avançado na estrutura de produção do setor no contexto mundial,⁷ sua importância acabou ficando muito aquém das previsões realizadas, não chegando a consubstanciar-se como uma trajetória dominante no contexto do setor elétrico dos países industrializados.

Dentre os fatores que, certamente, podem explicar as dificuldades encontradas para a expansão do filão nuclear encontram-se, dentre outros, os altos investimentos necessários e a emergência no cenário internacional da problemática ambiental, quando os movimentos sociais passaram a questionar os problemas relacionados aos riscos impostos pelas fontes energéticas, principalmente pela geração nuclear (acidentes nas plantas, estocagem inadequada do lixo atômico, problemas relativos ao comissionamento das usinas construídas, etc.).⁸ Mesmo assim, como foi mencionado, houve um crescimento acentuado dessa forma de geração, contribuindo para reduzir o uso dos derivados de petróleo como fonte de produção de eletricidade.

Adicionalmente, além da alternativa nuclear, foram testados outros caminhos visando a substituição de derivados de petróleo no setor. Dentre esses, destacam-se: o da busca da melhoria da eficiência da produção e do uso da eletricidade e o desenvolvimento, que se propunha em larga escala, da geração com base nas fontes renováveis de energia (biomassa, solar e eólica, principalmente⁹).

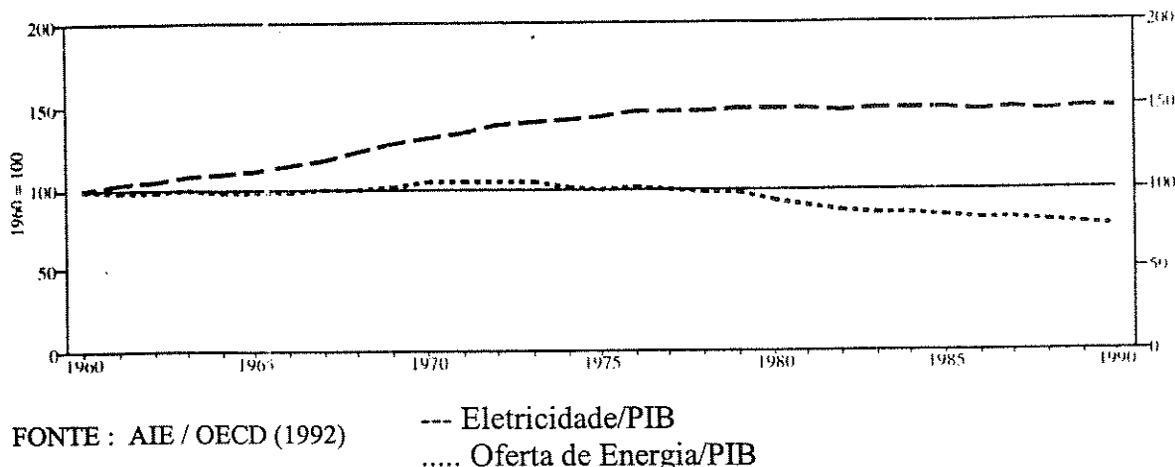
As políticas voltadas para a melhoria da eficiência produtiva, sem dúvida, foram muito bem sucedidas, na medida em que a intensidade energética dos países pertencentes a OCDE, por exemplo, representada pela relação entre o consumo de eletricidade e o produto interno bruto desses países (Figura 4.1), que era ascendente, até o meado dos anos 70, a partir desse período passou a, pelo menos, estabilizar-se, revertendo uma tendência histórica em relação à esse fato. Ou seja, demonstrava-se a

⁷ A capacidade mundial de geração nuclear, entre 1970 e 1990, embora partindo de uma base muito pequena, multiplicou-se, aproximadamente, por 20 (vinte), tendo alcançando, em 1990, 337,8 GW instalados. De 1,5% da estrutura, essa forma de geração passou a representar acima de 12,0%, nesses respectivos anos, tendo, inclusive, apresentado a maior taxa média de crescimento, ou seja, 16,2% a.a, se comparada às demais formas de geração. SOARES, 1996, p. 1363)

⁸ A questão ambiental, por outro lado, também contribuiu para por em cheque a própria expansão do uso dos combustíveis fósseis, em função dos danos climáticos provocados pelas emissões de gases, que passaram a ser percebidos como sendo de alcance global.

⁹ Em relação à este aspecto vale ressaltar que a energia hidráulica constitui-se, para o setor, numa importante fonte renovável. Entretanto, a maioria dos países industrializados já esgotou o potencial de aproveitamento desse tipo de energia.

Figura 4.1 - Consumo de Eletricidade / PIB e Oferta de Energia nos Países da OCDE



possibilidade do crescimento do PIB através do uso de menores quantidades de eletricidade, a partir de esforços conjugados de melhoramentos nas tecnologias de uso, novos processos produtivos e reestruturações industriais como, por exemplo, o não incentivo de atividades intensivas energeticamente (a indústria de alumínio é um exemplo).

Além disso, foram realizados esforços bem sucedidos no que se relaciona a obtenção de ganhos de eficiência na geração de energia elétrica. No “período 1973/1990 houveram ganhos substanciais de eficiência energética das centrais térmicas. Os rendimentos das plantas a carvão mineral e das tecnologias a gás, por exemplo, evoluíram, em média, respectivamente, de 25,8 para 38,1% e de 33,4 para 41,7%, entre 1973 e 1990”. (SOARES, 1996)

Já o segundo caminho, que enfatizava a utilização das fontes renováveis de energia, não gerou os resultados esperados, na medida em que os custos da geração, através dessas técnicas de produção, quase sempre, não tornaram-se competitivos no mercado. Em alguns espaços nacionais, entretanto, como, por exemplo, na Alemanha, EUA, Dinamarca (para o caso da geração eólica) e Israel (energia solar), os sucessos obtidos deveram-se, em grande medida, às iniciativas de fomento industrial e tecnológico praticadas pelos governos desses países. Isso revela a importância do Estado

para impulsionar certos tipos de técnicas fora do interesse imediato das empresas estabelecidas ou a se estabelecerem.

Entretanto, embora algumas soluções tenham sido implementadas, as principais alternativas ao petróleo emergiram, ainda, no contexto produtivo dos combustíveis fósseis. Nesse aspecto, o contexto das inovações tecnológicas nessa, e em outras áreas, foi de fundamental importância. Em primeiro lugar, o grande desenvolvimento tecnológico da própria indústria petrolífera alargou sobremodo os horizontes de uso do petróleo, contribuindo, inclusive, para a redução do seu preço no mercado internacional, principalmente a partir de 1986.

Apesar disso, o uso do *fuel-oil* na geração de energia elétrica deixou de ser estimulado, cedendo mais espaço, no entanto, a utilização de fontes energéticas que já estavam consagradas na época. Dentre essas, o carvão mineral e, secundariamente, o gás natural. Dessa forma, as térmicas convencionais que funcionavam a base de *fuel-oil* foram sendo substituídas e, além disso, àquelas que usavam carvão e gás natural foram, gradativamente, passando por um processo de melhoramentos, com reflexos positivos na eficiência técnica dessas tecnologias, como assinalado anteriormente. Esses movimentos, no entanto, encontraram seus limites na própria escala dos empreendimentos termelétricos.

De outra parte, foram surgindo outros processos de geração utilizando o próprio carvão e o gás natural como fontes energéticas, originando novas alternativas técnicas de produção. Exemplo disso, foram os desenvolvimentos nos processos de combustão do carvão mineral em leito fluidizado que, além de romperem com as barreiras inerentes a eficiência técnica dos processos convencionais, passaram a incorporar inovações qualitativas em relação ao controle das variáveis ambientais, ao contribuírem para a eliminação, principalmente, de gases poluentes. Quanto ao gás natural, importantes inovações conduziram ao desenvolvimento das turbinas a gás¹⁰ (ciclo simples, turbinas

¹⁰ Vale destacar uma importante observação feita por BICALHO (1997, p. 145) e relacionada à distinção entre os modelos de desenvolvimento industrial das turbinas a vapor e a gás: “a hidrodinâmica desempenha um papel significativo no desenvolvimento da turbina a vapor; ao passo que esse papel é representado pela aerodinâmica no caso da turbina a gás; os conhecimentos empíricos e teóricos sobre a dinâmica dos fluidos incompressíveis e sobre as propriedades termodinâmicas da água são cruciais para o desenvolvimento da turbina a vapor, enquanto para a turbina a gás o essencial é o conhecimento sobre o comportamento dos fluidos compressíveis e sobre a termodinâmica dos gases; se as primeiras turbinas a vapor nasceram sob a égide do aço e do ferro convencionais do fim do século XIX, as primeiras turbinas a gás já surgem utilizando os novos materiais desenvolvidos a partir da Segunda Guerra. Assim, o

aerodinâmicas e, principalmente, de ciclo combinado). Esse desenvolvimento resultou num grande aumento da eficiência global dos processos que, em alguns casos, chegou a alcançar 50,0%.

Se forem aliados à questão da escala de produção desses processos, onde as pequenas plantas passaram a obter rendimentos superiores aos das plantas convencionais, os aspectos relacionados ao tempo mais curto de implantação, flexibilidade da construção e da operação, bem como da maior segurança em relação aos problemas das emissões ambientais, é possível perceber a importância que essas inovações passaram a representar, constituindo-se em importantes alternativas para a expansão da geração de eletricidade para um bom número de países.

Dessa forma, se dá uma espécie de redução das barreiras à entrada na indústria, que pode facilitar a realização de negócios por agentes que, até então, não dispunham de capital suficiente para enfrentar os investimentos num setor de capital intensivo e de natureza monopolista.

Mas não foi só na estrutura de geração de energia elétrica desses países que houve transformações estruturais. Os sistemas de transmissão e de distribuição de eletricidade também estão sofrendo fortes impactos, principalmente tendo em vista os enormes avanços tecnológicos nas indústrias de telecomunicações e informática. Na distribuição, por exemplo, inovações nessas indústrias, ao serem introduzidas pelas empresas de energia elétrica, permitem baixar os custos de monitoração, abrindo a possibilidade da concorrência pelos consumidores finais, em particular os maiores usuários. Além disso, o desenvolvimento da tecnologia da fibra óptica e a possibilidade de integra-las aos circuitos de transmissão e de distribuição vem criando condições para que empresas de energia elétrica possam diversificar suas atividades em direção à indústria das telecomunicações, possibilitando economias de escopo para as empresas que inovarem nesse sentido.

Fundamental para o surgimento dessas novas formas de geração e para que tivesse havido substanciais melhoramentos nos processos mais antigos, bem como avanços tecnológicos na transmissão e na distribuição, foi o intenso desenvolvimento e difusão

desenvolvimento da turbina a gás está associado a um paradigma tecnológico distinto daquele ligado à evolução da turbina a vapor, envolvendo uma base diferente de conhecimentos científicos e técnicos.”

das chamadas *tecnologias de uso genérico*, principalmente nas áreas de informática, eletrônica e de materiais. Foi o processo de difusão dessas tecnologias na indústria da eletricidade que permitiu, por exemplo, o desenvolvimento de materiais especiais, resistentes à altas temperaturas e pressões, que puderam ser utilizados nas modernas turbinas a gás.

A intensificação da difusão do uso da informática e da eletrônica, de outra parte, vem possibilitando às empresas adquirirem um alto grau de automação das atividades, permitindo ampliar, cada vez mais, o controle e a supervisão de suas operações.

4.3.1.1 O Processo de Regulação e as Mudanças Tecnológicas nos Países Industrializados: o Caso dos EUA

O processo de regulação do setor elétrico de alguns países industrializados tem exercido alguma influência sobre a dinâmica das transformações tecnológicas nesse setor? Em que medida o aprofundamento desse processo tem sido necessário para viabilizar a difusão das tecnologias emergentes no contexto industrial desses países?

Essas questões serão abordadas tendo como referência a experiência de regulação do setor elétrico americano. A escolha dos EUA baseia-se tanto na inegável importância desse país no cenário capitalista mundial quanto no fato da sua indústria de eletricidade apresentar uma forte tradição de participação de agentes privados; ainda que os governos (nos níveis federal, estadual e municipal) também atuem de forma marcante. A descentralização das diversas atividades é, sem dúvida, uma importante característica dessas atividades nesse país. Talvez seja por isso que as intenções reguladoras dos EUA vão muito mais no sentido da melhoria da eficiência do sistema e da intensificação da concorrência entre os agentes do que na mudança da forma de propriedade, mantendo, nesse sentido, a pluralidade de atuação de agentes no setor.

O Caso Americano

O processo de regulação do setor elétrico dos EUA, ainda em fase de implementação pelas diversas instâncias dos poderes executivos federal, estadual e municipal e pelos órgãos legislativos, foi reativado, com força, nos anos setenta - quando os reflexos da crise do petróleo passaram a se propagar com enorme intensidade sobre as empresas desse setor, através da elevação dos custos de fornecimento das

Electric Utilities.¹¹ O **Public Utility Regulatory Policies Act (PURPA) de 1978**,¹² juntamente com o **Energy Policy Act de 1992**, constituem os principais diplomas legais implantados com a finalidade de regular as atividades das empresas de energia elétrica locais.

O PURPA visava, por um lado, elevar a eficiência energética das empresas e, por outro, ampliar a geração através do uso de fontes alternativas, a partir da fixação de incentivos específicos à novos geradores, possibilitando, inclusive, o acesso à rede dos chamados *qualifying facility* - QF, ou seja, os pequenos geradores e os co-geradores. Nesse contexto, determinou a obrigatoriedade das *electricity utilities* de adquirirem energia dessas unidades autônomas pré-qualificadas, mediante o pagamento de tarifas que refletissem o seu “custo evitado”. Além disso, incentivava a avaliação de novos critérios de tarifação e de modulação de carga e a adoção do princípio do custo marginal de longo prazo. (ABEL & PARKER, 1997) (MACIEL, 1996)

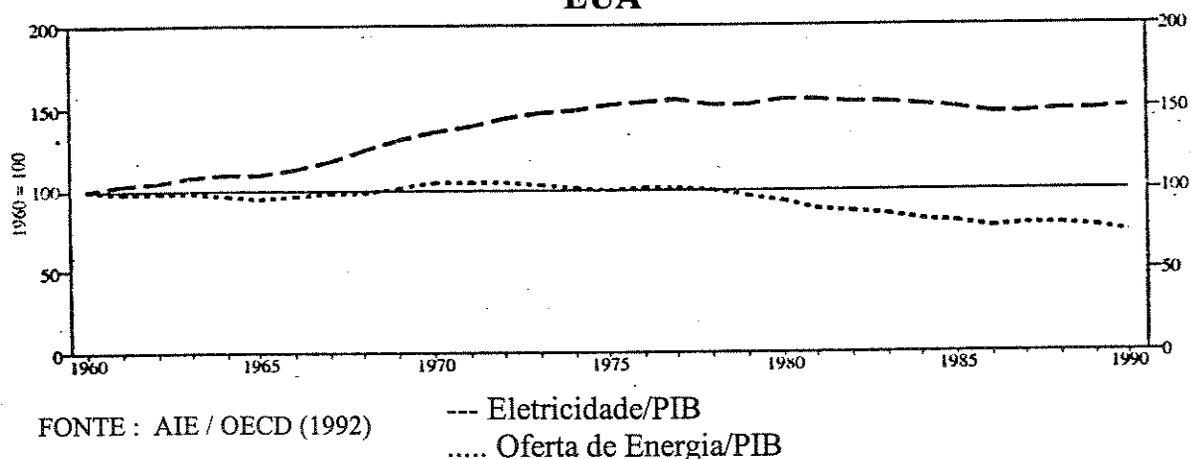
Uma importante característica dessa legislação foi o fato de ter, segundo ABEL & PARKER (1997, p. 6) “introduzido o governo federal no domínio da regulação econômica das empresas desse setor, que formalmente era de responsabilidade dos estados”. A presença marcante do governo se faz sentir a partir da criação do Federal Energy Regulatory Commission (FERC), principal órgão regulador do setor nos EUA. Na maioria dos estados, por sua vez, o controle das atividades das empresas cabia, até então, às *Public Utilities Commissions* - PUCs. Além dessas Agências reguladoras, existem vários órgãos de defesa dos consumidores, que também exercem forte influência sobre a melhoria da qualidade dos serviços de energia elétrica, bem como sobre o controle das tarifas praticadas pelas empresas.

¹¹ “An Electric utility is a corporation, person, agency, authority, or other legal entity or instrumentality that owns and/or operates facilities in the United States, its territories, or Puerto Rico, for the generation, transmission, distribution, or sale of electric energy primarily for use by the public. (DOI & EIA, 1996, p. ix) Constituem-se num dos maiores setores que permanecem regulados na economia americana. Essas empresas são, tradicionalmente, integradas verticalmente, ou seja, geram, transmitem e distribuem energia elétrica para os diversos tipos de consumidores. Quanto aos tipos de propriedades, tem-se, nos EUA, as *chamadas Investor Owned Utilities*, que constituem-se na maioria em número e venda de energia elétrica, as *Government Owned Utilities* e as *Cooperatives*, normalmente pertencentes aos próprios consumidores.

¹² Até esse período, a regulação do setor elétrico americano apoiava-se no Public Utilities Holding Company Act de 1935 (PUHCA), decretado naquela época visando a eliminação de práticas incorretas e a correção de abusos praticados pelas companhias *holdings* que atuavam nas atividades de gás e eletricidade. Elevadas tarifas praticadas e serviços de qualidade não desejada constituíam-se em alguns dos principais problemas que caracterizavam a atuação dessas empresas nesse período. Consultar ABEL & PARKER (1997).

De fato, após a implantação do PURPA, a melhoria da eficiência técnica das companhias de eletricidade, bem como a do uso de energia elétrica dos diversos segmentos da economia, de uma maneira geral, melhorou de forma acentuada. Até por volta do meado do segundo quinquênio dos anos 70, a relação entre o consumo de eletricidade e o produto interno bruto dos EUA permanecia em elevação. No entanto, a partir desse período passou a estabilizar-se, mantendo-se, aproximadamente, num mesmo patamar, pelo menos, até o final dos anos 80. (Figura 4.2)

Figura 4.2 - Consumo de Eletricidade / PIB e Oferta de Energia nos EUA



Da mesma forma, houve ganhos relativos à eficiência energética na geração térmica de eletricidade das empresas; ainda que, na média, estes ganhos não tenham sido muito representativos. Considerando, por exemplo, o conjunto da geração da termeletricidade a carvão mineral, derivados de petróleo e gás, observa-se que a eficiência média dessas técnicas de produção elevou-se de 33,9% para 36,8%, entre 1978 e 1992, respectivamente. Os ganhos só não foram mais significativos devido ao baixo desempenho das tecnologias a carvão que, praticamente, mantiveram estabilizadas as suas eficiências num patamar entre 33,0 e 34,0%, naqueles respectivos anos. Por outro lado, embora tenha havido uma substancial redução do número de plantas que utilizavam derivados de petróleo, as que restaram aumentaram suas eficiências energéticas de 33,9%, em 1978, para 41,9%, em 1992. As termelétricas a gás, por sua vez, foram, efetivamente, as que apresentaram os maiores ganhos de eficiência, provavelmente, devido a difusão na indústria das turbinas a gás. A eficiência global das

plantas a gás elevaram-se substancialmente, saltando de 36,8% para 57,1%, em 1978 e 1992, respectivamente.¹³

Embora a literatura consultada revele uma certa divergência quanto à expansão quantitativa da capacidade instalada de geração de energia elétrica, com base nos novos processos e devida a entrada no setor de novos agentes, tendo em vista a implantação do PURPA, pode-se aceitar, sem grandes margens de erro, que, de fato, houve uma elevação dessa capacidade. MACIEL (1996) avalia que “a *aposta* na disseminação de produtores privados *qualificados* pelo PURPA mostrou-se tremendamente exitosa, visto que estes adicionaram milhares de megawatts de capacidade à estrutura existente nos anos oitenta.” Segundo esse autor, as estimativas mais otimistas chegam a mencionar a existência de um acréscimo próximo a 50 GW; as mais conservadoras, entretanto, falam numa adição entre 13 e 15 mil megawatts de capacidade.¹⁴ POOLE et al (1995), com base em outra fonte do governo americano (EIA, 1993) parece concordar com esta última estimativa, ao afirmar que “os efeitos visíveis da nova lei (no caso, a PURPA) surgiram apenas em meados dos anos 80. Estes empreendimentos (os PIEs) têm sido responsáveis por cerca da metade da capacidade adicionada e, em menos de 10 anos, instalaram uma potência equivalente à brasileira...” Ainda de acordo com POOLE et al (1995), “o novo ramo industrial cresceu utilizando, sobretudo, gás natural. Instalações de co-geração representam mais de 2/3 da potência dos PIEs. É de se notar a incorporação de fontes não tradicionais, principalmente a biomassa, com 6 GW de potência instalada”.

BAJAY & CARVALHO (1996, p. 1190), embora não mencionando números, parece compartilhar da idéia de que, realmente, houve um expressivo aumento da capacidade de produção dos pequenos geradores de energia elétrica (ainda que essa fonte restrinja as observações a apenas um estado americano) ao comentar que “a possível compra de energia elétrica excedente de auto-produtores aumenta o espectro de competição na geração de energia elétrica, conforme bem demonstra o “boom” das plantas de co-geração industrial a gás natural no Estado da Califórnia, com venda de excedentes para as concessionárias; venda esta estimulada pela legislação federal PURPA.”

¹³ Essas informações foram geradas com base nos dados fornecidos em IEA/OECD (1983, 1992)

¹⁴ Esta última estimativa é do USPO (1992, p. 179).

A capacidade instalada de geração de eletricidade dos EUA, em 1994, estava estimada em cerca de 650 GW. Segundo ABEL & PARKER (1997, p. 6),¹⁵ 8,0% desse total correspondiam às *non-utility* (ou seja, 52 GW) desses, aproximadamente, 76,0% (40 GW) seriam relativos aos chamados *Qualifying Facility* - QFs, ou seja, aos cogeneradores e aos pequenos produtores estimulados pelo PURPA.

Tendo em vista estes dados, fica evidente a percepção que, efetivamente, houve uma certa expansão dos *Qualifying Facility* - QFs, com predominância das plantas a gás natural. Por outro lado, percebe-se também a existência de uma forte **inércia na difusão** dessas tecnologias na estrutura de geração de energia elétrica dos EUA, na medida em que pesados investimentos foram realizados, no final dos anos 70 e início dos 80, em plantas convencionais a carvão e nas usinas nucleares. Comparando-se, por exemplo, a estrutura de geração de energia elétrica relativa a 1992 com a do ano anterior à implantação do PURPA (1977), verifica-se que houve um aumento da importância das plantas a carvão mineral e nucleares, em detrimento das demais fontes de geração. A participação da geração a carvão elevou-se de 46,1%, em 1977, para 55,2%, em 1992; a nuclear, da mesma forma, saltou de 11,9% para 20,1%, nesses respectivos anos. Os derivados de petróleo, que foram os alvos das políticas implementadas, reduziram substancialmente sua importância na estrutura de geração daquele país, no período considerado, caindo de 17,2%, em 1977, para 3,3%, em 1992, revelando o êxito da política de redução do consumo de derivados, após os choques de 1973 e 1979. Provavelmente, por razões relacionadas ao esgotamento do potencial hidráulico dos EUA, tem havido uma tendência à queda da geração de eletricidade com base nessa fonte energética, que evoluiu no quadro da geração de 10,0 para 7,8%, em 1977 e 1992, respectivamente. Quanto ao gás natural, muito embora tenha havido uma expansão absoluta do seu uso, em termos relativos também houve um decréscimo da importância desse energético na estrutura de geração de 14,6%, em 1977, para 13,0%, em 1992. (IEA & OCDE, 1983, 1994)

A implantação do PURPA objetivava, fundamentalmente, a melhoria da eficiência do sistema elétrico americano e a substituição dos derivados de petróleo, visando, com isso, baixar os custos unitários de fornecimento das empresas do setor. Nesse sentido, não procurava estimular a concorrência entre os diversos agentes.

¹⁵ Citando o Edson Electric Institute.

Foi a partir da decretação do *Energy Policy Act of 1992 - EPA* que a concorrência passou a ser vista como uma forma de baixar, ainda mais, os custos praticados pelas empresas e, conseqüentemente, as tarifas pagas pelos consumidores. O foco dessa nova legislação está na autorização do acesso de terceiros à rede de transmissão (mandatory wheeling), numa tentativa de quebrar algumas barreiras ainda remanescentes, em particular, a do monopólio da transmissão de energia elétrica, que era exercido pelas principais *utilities* do país. Esse monopólio, por um lado, dificultava a expansão de produtores independentes e de co-geradores e, por outro, tornava ainda “cativos” vários segmentos de consumidores.

A EPA também criou uma nova classe de empresas geradoras elétricas, denominadas *Exempt Wholesale Generators (EWGs)*, que receberam autorização para construir unidades geradoras, em qualquer local dos EUA, objetivando a venda no atacado (*wholesale*). (MACIEL, 1996)¹⁶

Mais recentemente, estão em debate propostas de mudanças nas legislações federal e estaduais dos EUA, que avançam no sentido de aumentar, ainda mais, a concorrência na indústria da eletricidade americana. De acordo com DOI/EIA (1996), as propostas e medidas caminhariam no sentido de uma segmentação da indústria, pelo menos funcionalmente, no interior dos seus principais componentes: geração, transmissão e distribuição.¹⁷ Ou seja, praticamente decretando o fim da forma verticalizada de organização econômica das antigas *utilities*.

A mudança atual está ocorrendo a partir da decretação, por parte da Federal Energy Regulatory Commission - FERC, das “Orders 888 and 889 (dated April 24, 1996) to encourage wholesale competition.” (DOI/EIA, 1996) Enquanto este último regulamento passou a exigir que as *utilities* estabelecessem sistemas eletrônicos que possibilitassem compartilhar informações sobre a capacidade disponível de

¹⁶ Ainda de acordo com MACIEL (1996), “pelas disposições do *Public Utility Holding Co Act (PUHCA) of 1935*, não era permitido a uma companhia deter mais de 5,0% de participação em duas ou mais geradoras separadas geograficamente, cujo único objetivo fosse vender energia no mercado atacadista.” Essa disposição foi abolida pela EPA.

¹⁷ É preciso lembrar que o processo de regulação da indústria de eletricidade dos EUA praticamente deixou intacta a estrutura básica de funcionamento do conjunto das principais empresas de eletricidade do país. MACIEL (1996, p. 1111) sustenta que, pelo menos até a primeira metade dos anos 90, “as mudanças reguladoras norte americanas não foram presididas por qualquer espírito de desverticalização radical do setor e de abolição dos laços de cooperação fundamentais à assinatura e manutenção de contratos de longo prazo.” Dessa forma, as grandes *utilities* permaneceram integrando os três segmentos básicos da indústria: geração, transmissão e distribuição de energia elétrica.

transmissão - o chamado Open Access Same-time Information System - OASIS)¹⁸ - o primeiro forneceu novas regras visando regulamentar o acesso à rede de transmissão, condições tarifárias de acesso ao grid e definições sobre a cobertura dos chamados *stranded costs*, ou seja, dos custos de construção incorridos pelas *utilities* ao longo do processo de transição da reestruturação da indústria no sentido da competição; que seriam, normalmente, irrecuperáveis pós-reestruturação.¹⁹

Conclui-se, dessa forma, que a experiência americana de regulação da indústria de eletricidade pode ser resumida nos seguintes pontos:

1. Constitui-se, sem dúvida, num processo que evolui, gradativamente, ao longo dos anos. Desde a implantação do PURPA, em 1978, até as medidas mais recentes (Orders 888 e 889), transcorreram-se quase 20 anos, sem que ainda tenha se concluído, de forma a se perceber uma adequação final das regras de funcionamento da indústria;

2. Em segundo lugar, percebe-se dois momentos distintos nessa transição. O primeiro, que vai de 1978 até o final dos anos 80, foi quando a regulação estava voltada para os problemas enfrentados pelas empresas do setor, que decorreram da elevação dos preços dos derivados do petróleo, passando a refletir-se nos custos unitários de fornecimentos das concessionárias. Nesse período, foram privilegiadas medidas que visavam, além da melhoria da eficiência da indústria e dos setores de consumo, políticas de substituição das plantas de geração baseadas nos derivados do petróleo por outras fontes energéticas mais acessíveis, entre as quais as fontes alternativas. As formas de organização das empresas baseados na produção independente e na co-geração de eletricidade foram incentivados, na medida em que adequavam-se à introdução das novas tecnologias de geração disponíveis, em particular as turbinas a gás. O PURPA,

¹⁸ A "Order 889, the Open Access Same-time Information System (OASIS) rule, establishes standards of conduct to ensure a level playing field. The Rule requires utilities to separate their wholesale power marketing and transmission operation functions, but does not require corporate unbundling or divestiture of assets. FERC also issued a new Notice of Proposed Rulemaking that request comments on whater the single tariff contained in the final open access rule should be replaced with a capacity reservation tariff that whoud indicate how much transmission is available at any given time. (ABEL & PARKER, 1997, p. 8)

¹⁹ "Under Order 888, the Open Access Rule, transmission owners are required to offer both point-to-point and network transmission services under comparable terms and conditions that they provide for themselves. The Rule provides a single tariff provinding minimum contitions for both network and point-to-point services and the non-price terms and contitions for provinding these services and ancillary services. This Rule also allows for full recovery of so-called stranded costs with thouse costs being paid by wholesale customers wishig to leave their current supply arrangements." (ABEL & PARKER, 1997, p. 8)

nesse período, teve uma influência positiva sobre a evolução da indústria, pelo menos no que diz respeito às intenções mais abrangentes do governo americano.

O segundo momento foi marcado pela tentativa de introduzir uma concorrência mais vigorosa na indústria, objetivando ampliar, ainda mais, a importância dos pequenos e grandes produtores independentes e dos co-geradores na indústria, ao mesmo tempo em que reestrutura a forma de atuação das *utilities*, forçando, assim, uma queda nas tarifas pagas pelos consumidores finais. Essa fase iniciou-se com a implantação do *Energy Policy Act of 1992* e continua até os dias atuais.

3. Como terceiro ponto, observa-se que a reestruturação da indústria elétrica americana não passou por uma mudança de propriedade das empresas, ou seja, a privatização não foi colocada como solução para a crise do setor. Nesse sentido, as empresas sob controle governamental, assim permaneceram após as reformas; adequando-se, no entanto, às novas regras estabelecidas para o funcionamento da indústria. Muito embora tenha se elevado o número de produtores independentes e dos co-geradores, em geral de natureza privada;

4. Em quarto lugar, a estrutura de funcionamento das empresas foi preservada. Ou seja, em grande medida, manteve-se a integração das principais *utilities* que atuam na indústria; ainda que, na atualidade, o processo de regulação, na tentativa de incrementar a concorrência, procure compartimentar as concessionárias, sob o aspecto funcional, criando uma certa independência entre a geração a transmissão e a distribuição;

5. Por último, é importante sublinhar dois aspectos observados por MACIEL (1996) à respeito do processo de regulação da indústria de eletricidade americana. O primeiro refere-se à uma certa reação das antigas *utilities* no sentido de reestruturarem-se tecnológica e organizacionalmente;²⁰ o segundo é o fato do processo de regulação passar a refletir-se fortemente sobre alguns países do terceiro mundo, na medida em que “as projeções de crescimento lento da demanda de eletricidade nos EUA, o aumento da concorrência...e a perspectiva de retornos sobre o investimento muito elevados estão

²⁰ “No campo do controle de custos de geração das concessionárias, a autorização legal para a remuneração de investimentos em programas de administração da demanda vem dando uma nova dimensão ao *custo evitado* de nova capacidade. Estes programas são presididos pelo conceito de *least cost planning*, que representa a afirmação do planejamento de longo prazo por parte dos órgãos regulamentários estaduais. Neste sentido, as concessionárias são motivadas a considerar, de forma integrada, as centrais convencionais, as tecnologias alternativas, a co-geração e a conservação e gerenciamento da demanda.” (MACIEL, 1996, p. 1115, citando BERRY(1992, p. 769))

determinando a saída para o exterior de grandes empresas de utilidade pública dos Estados Unidos”.²¹

Como considerações finais, pode-se remeter tais discussões ao caso do Brasil. Em pelo menos quatro aspectos a problemática da modernização tecnológica do SEB diferencia-se dos países pertencentes ao centro orgânico mais industrializados. Em primeiro lugar, a montagem e a organização do setor elétrico se deu segundo uma trajetória que privilegiou o potencial das fontes renováveis de energia, ou seja, a energia hidráulica, cujo potencial existente ainda pode, e deve, sustentar o seu desenvolvimento durante, pelo menos, mais 30 anos. Portanto, é uma trajetória ainda inconclusa. Dessa forma, só agora o setor passa a incorporar, de forma mais robusta, uma estratégia de diversificação do uso de outras fontes de geração, dentre essas os combustíveis fósseis, locais ou importados, de forma, espera-se, inovadora. Nesse sentido, o **gás natural** tenderá a assumir, no longo prazo, maior importância no balanço energético setorial.

Em segundo lugar, a extensão territorial brasileira, bem como a localização dos grandes potenciais hidráulicos, ainda por serem aproveitados, afastados dos centros de consumo, indica uma forte **tendência ao desenvolvimento de sistemas de transmissão mais potentes**, colocando essa fase da cadeia como central no desenvolvimento futuro do setor. Além disso, o aspecto da **coordenação sistêmica** das empresas do setor continuará a ter um peso preponderante nas decisões que se tomem em relação ao futuro.

Em terceiro lugar, face à diversidade regional brasileira, bem como a uma necessidade de se intensificar, em base mais descentralizada, o processo de desenvolvimento econômico do país, torna-se imensa a possibilidade de se **desenvolver o aproveitamento de fontes renováveis de energia (solar, eólica, biomassa e dos recursos hídricos de pequenas dimensões)**, relegadas ao longo do processo de expansão do setor.

Em quarto lugar, o nível de consumo de energia elétrica do país, comparativamente aos países industrializados, é muito baixo, havendo, inclusive,

²¹ Segundo MACIEL (1996, p. 1116), esse movimento se dá tendo em vista que os retornos para projetos independentes de geração situam-se abaixo de 10,0% e para projetos das concessionárias estabelecidas em cerca de 11,0%, nos EUA, enquanto que diferentes países do terceiro mundo acenam com taxas entre 16,0% e 40,0%.

segmentos da população ou mal atendidos ou mesmo sem acesso à esses serviços. Por outro lado, há setores passíveis de melhoria na utilização do uso de energia elétrica, através de políticas visando reduzir o desperdício. Há ainda indústrias estruturalmente intensivas no consumo de eletricidade. Tendo em vista esses vários aspectos, a política de conservação de energia elétrica deve estar atrelada à necessidade de atendimento da imensa demanda reprimida, o que, possivelmente, poderá se traduzir num acentuado crescimento do consumo, nos próximos anos.

Da análise precedente infere-se que o SEB passa, no atual momento, por um importante processo de reforma institucional. Esse processo insere-se, ainda que de forma bastante difusa, num contexto mais amplo das mudanças propostas pela política industrial e tecnológica, até então, vigente, fortemente centrada na noção de aumento de competitividade industrial como forma de modernização do parque industrial brasileiro.

A estratégia do governo federal, em relação à adoção de um novo modelo institucional para o setor elétrico, em que pese vislumbrar a concorrência como mecanismo de elevação da produtividade das empresas e, o que era de se esperar, redução das tarifas pagas pelos consumidores, centra-se fundamentalmente na reforma patrimonial do Estado, ou seja, na privatização dos ativos das concessionárias públicas como forma de alcançar os objetivos propostos. No entanto, a condução dessa estratégia bem como as amplas repercussões sobre o sistema, esbarram, principalmente, nos condicionantes técnico-operacionais e políticos inerentes ao setor. Politicamente, são notórias as divergências entre as propostas do governo federal e as de alguns estados da federação, notadamente o caso de Minas Gerais, onde as forças políticas locais fizeram uma opção, pelo menos imediata, pela manutenção da CEMIG sob controle do Estado mineiro; abrindo, entretanto, o capital da empresa para a participação da iniciativa privada.

Do ponto de vista técnico-operacional, como sublinhou-se nos capítulos anteriores, a conformação, ao longo dos anos, do sistema hidrotérmico brasileiro veio impondo uma forte necessidade de coordenação, praticamente impossível de ser rompida, no curto e no médio prazos, sem que se incorra em grandes perdas na eficiência global desse sistema.

Por outro lado, a análise das transformações no setor elétrico dos países industrializados revela a emergência de inovações tecnológicas, com prováveis impactos sobre o setor. Em alguns países, o processo de regulação em andamento tem contribuído para que algumas dessas inovações se difundam no interior das empresas de energia elétrica. Entretanto, esse processo apresenta uma forte inércia, na medida em que os traços fundamentais do padrão de desenvolvimento do setor, no segundo pós-guerra, ainda estão mantidos.

O caso americano analisado revelou que as medidas reguladoras estão sendo fundamentais para alavancar, por exemplo, novos processos de geração, em particular a geração com ciclo combinado utilizando gás natural, bem como para melhorar a eficiência energética das empresas de energia elétrica. Entretanto, não se evidencia que a natureza pública ou privada dos agentes sejam determinantes para que essas iniciativas ocorram. O que pode ser dito é que essas tecnologias facilitam a entrada do capital privado na indústria, na medida em que, principalmente, por questões de escalas mais reduzidas, maior eficiência energética e tempo mais reduzido de implantação dos projetos, necessitam de menores investimentos, com prazos de retorno mais curtos, o que as tornam mais atraentes para os grupos privados. Dessa forma, o governo americano vem criando as condições para que esses agentes aportem no setor; preservando, no entanto, o bom funcionamento da organização sistêmica vigente, que é apoiada nas grandes *utilities*. Essas, por sua vez, procuram adequar-se à nova realidade setorial, através de uma reorganização das suas atividades internas, com o objetivo de melhorar suas *performances* produtivas e comerciais.

Por outro lado, o aumento da concorrência nesses países, aliado às condições mais favoráveis de investimentos nos países do terceiro mundo, reforçam uma tendência a expansão do capital internacional, que volta a atuar, mais uma vez, nessa atividade de serviço desses países, como parte integrante de um movimento maior contextualizado pela globalização econômica. Isso já está refletido, por exemplo, em vários casos de privatizações de empresas de eletricidade na América Latina, entre esses o Brasil, onde as empresas internacionais passam, novamente, a participar das atividades de

fornecimento de energia elétrica.²²

²² “As empresas estrangeiras dominam os investimentos em privatizações de estatais de energia elétrica brasileiras: garantiram 62,5% dos R\$ 8,8 bilhões já gastos no setor e detém o controle acionário de 4 das 7 companhias que passaram para a iniciativa privada desde 1995. A campeã de investimento é a norte-americana AES Corporation. Só para privatizações no setor elétrico, ela destinou cerca de R\$ 2 bilhões. Isso representa 36,2% dos R\$ 5,5 bilhões investidos pelas empresas estrangeiras.” (FOLHA DE SÃO PAULO, p. 1-17)

Capítulo 5

Grandes Diretrizes Estratégicas: o Papel da ELETROBRÁS na Transição Industrial e Tecnológica do Setor Elétrico

O Capítulo 4 analisou as relações atuais guardadas entre a dinâmica das transformações tecnológicas e o processo de reformas no setor elétrico. Percebeu-se, através das experiências internacionais, em particular a dos EUA, a importância desse processo no sentido de estabelecer mecanismos que facilitem a introdução de inovações tecnológicas que contribuam para a melhoria da eficácia produtiva e comercial das empresas do setor, principalmente através da participação de novos agentes. Esse contexto de abertura, por outro lado, vem engendrando esforços das grandes empresas já estabelecidas no setor (públicas e privadas) visando a melhoria da competitividade, no sentido de enfrentar a concorrência estimulada, mais recentemente, pelo governo americano. A privatização de empresas, pelo menos no caso estudado, não foi colocada como proposta institucional dominante. A ampliação da concorrência, por sua vez, aliada às condições favoráveis de investimento nos países do terceiro mundo, podem estar estimulando as concessionárias daquele país a investirem, principalmente, nas chamadas economias emergentes, em particular da América Latina.

Quanto ao Brasil, as medidas de política industrial e tecnológica, em consonância com o que vem ocorrendo no exterior, refletem-se sobre a indústria da eletricidade. As mudanças institucionais em curso no SEB, sob forte influência do governo federal, embora procurem se alinhar a políticas mais amplas, subordinam-se a

uma lógica econômica de curto prazo, onde a **privatização** é colocada como medida crucial de solução da crise que o setor atravessa. Entretanto, alguns modelos institucionais, em processo de implementação em quatro estados brasileiros, provavelmente obedecendo aos interesses das forças políticas dominantes locais, revelam divergências em relação às intenções do governo federal.

Tendo em vista o contexto mais geral dessas mudanças, torna-se pertinente procurar desvendar como as empresas do SEB estão se posicionando diante desse quadro, uma vez que essas firmas constituem-se num dos mais importantes agentes produtivos no interior dessa indústria. Como as decisões referentes às atividades tecnológicas, num setor dessa natureza, apresentam, normalmente, efeitos de longo prazo, é provável que as iniciativas atuais das empresas, em particular as mais dinâmicas do ponto de vista produtivo, estejam voltadas, num primeiro momento, para os aspectos organizacionais, visando (nesse contexto de incertezas) reposicioná-las face aos novos condicionantes técnicos, econômicos, sociais e ambientais relativos ao novo ciclo de desenvolvimento que se configura. Procurar entender as experiências empresariais de planejamento e de organização administrativa, objetivando essa forma de posicionamento, será o principal objetivo dos capítulos que se seguem.

Neste capítulo, o papel desempenhado pela ELETROBRÁS estará em destaque, uma vez que constitui-se na principal empresa do setor. Muito embora possa ser questionado, na atualidade, a sua capacidade para continuar exercendo com eficácia (da forma em que tradicionalmente vinha atuando) as funções para as quais foi idealizada no passado, é praticamente impossível não atribuir-lhe um papel relevante como ator decisivo no atual momento de transição. Dessa forma, procurar-se-á analisar as ações da ELETROBRÁS no atual quadro de mudanças, enfatizando, principalmente, as orientações mais significativas relativas ao planejamento e à coordenação das atividades do setor em matéria de modernização organizacional e tecnológica.

5.1 Aspectos Gerais da Empresa

A Centrais Elétricas Brasileiras S.A. - ELETROBRÁS possui a incumbência, deliberada pelo Ministério das Minas e Energia - MME, de planejar, coordenar e

financiar a elaboração e a execução de todo o programa de fornecimento de energia elétrica do país.

Além de ter participação acionária minoritária em 26 concessionárias de energia elétrica estaduais e em uma municipal, a ELETROBRÁS é a *holding* de um sistema formado pelas seguintes empresas: quatro grandes concessionárias coligadas¹ (totalizando, aproximadamente, 48,0% da capacidade geradora do país), que atuam em âmbito regional no suprimento (basicamente, gerando e transmitindo grandes blocos de energia elétrica) das empresas distribuidoras. São elas: Centrais Elétricas do Sul do Brasil - ELETROSUL², Centrais Elétricas do Norte do Brasil - ELETRONORTE, Companhia Hidroelétrica do São Francisco - CHESF³ e FURNAS Centrais Elétricas S. A.

Além dessas empresas, a ELETROBRÁS detém 50,0% do capital de ITAIPÚ⁴ e é o mais representativo sócio mantenedor do CEPEL, que constitui-se no mais importante suporte público para a realização de P&D no setor. A ELETROBRÁS mantém, também, o controle da NUCLEN Engenharia e Serviços S. A., empresa que atua na área nuclear realizando engenharia básica e desenvolvendo tecnologia de interesse do setor. As diretrizes atuais no SEB levam a crer que essa empresa, a partir de uma forte reorganização interna, deverá incumbir-se do Programa Nuclear Brasileiro, inclusive da parte referente a operação das Usinas Atômicas, hoje à cargo de FURNAS.

A receita bruta do Sistema ELETROBRÁS constitui-se numa expressiva soma de recursos, aproximando-se da metade da receita de setor elétrico como um todo, conferindo-lhe extrema importância no contexto empresarial brasileiro. Em 1994, as vendas de energia elétrica em grosso às concessionárias distribuidoras, o repasse da energia oriunda de ITAIPÚ, o transporte da potência correspondente a outras empresas e o faturamento direto aos consumidores finais geraram uma receita da

¹ Empresas juridicamente independentes, cuja participação acionária da ELETROBRÁS é suficiente para assegurar-lhe o controle.

² Subsidiária da ELETROBRÁS, constituída em 23 de dezembro de 1968 para o atendimento das necessidades energéticas da Região Sul.

³ Empresa federal, instituída pelo Decreto Lei nº 8.031, de 1945, com o objetivo de explorar o potencial da Cachoeira de Paulo Afonso, no Rio São Francisco, entre Alagoas e Bahia.

⁴ Empresa binacional criada em 1973, através do tratado celebrado entre os governos do Brasil e do Paraguai, para a construção e a operação de uma usina, localizada no Rio Paraná, com potência total instalada de 12.600 MW.

ordem de R\$ 6,3 bilhões, enquanto o faturamento total do setor elétrico situou-se em cerca de R\$ 13 bilhões. (ELETROBRÁS, 1996d)

O Sistema ELETROBRÁS (incluindo ITAIPÚ), participa com quase 60,0% da capacidade de geração instalada do país e com 51,0% da transmissão, em linhas de tensão igual ou superior a 230 kV. Sua presença chegou a ser também marcante na distribuição de eletricidade, quando ainda recentemente (antes da privatização da ESCELSA e da LIGHT) participava com, aproximadamente, 20,0% do total da energia elétrica distribuída no país. (ELETROBRÁS, 1996d)

Para exercer a função de planejamento, onde se incluem-se as atividades relacionadas ao desenvolvimento científico e tecnológico, a ELETROBRÁS coordena a elaboração do plano de expansão de longo prazo do setor elétrico. Esse instrumento busca estabelecer as principais diretrizes, os objetivos e as metas para a expansão do setor, no horizonte de 20/25 anos, introduzindo as orientações estratégicas básicas, tendo em vista as diversas alternativas de expansão do sistema elétrico.

O Plano 2015, que é o mais recente documento que formula as estratégias de longo prazo do SEB, cobre o período de planejamento de 1993 até 2015. (ELETROBRÁS, 1994)

Para exercer as atividades básicas de planejamento, a ELETROBRÁS, através de suas Diretorias, coordena uma série de órgãos colegiados, constituídos por diversos representantes das empresas concessionárias.

O Grupo Coordenador do Planejamento dos Sistemas Elétricos - GCPS, é o responsável pelo planejamento da expansão dos sistemas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. Além de ter participação decisiva na elaboração dos planos de expansão de longo prazo, o GCPS, anualmente, revisa o Plano Decenal de Expansão. O mais recente documento (ELETROBRÁS, 1996), cobre o período 1996/2005, e consolida os resultados dos estudos realizados durante o ciclo de planejamento concluído em 1994.

O Grupo Coordenador para Operação - GCOI, encarrega-se da operação do sistema interligado das regiões Sul/Sudeste/Centro-Oeste, que também conta com a participação da CHESF e da ELETRONORTE.

O Comitê Coordenador da Operação Norte/Nordeste - CCON, cuida do relacionamento operacional entre as supridoras regionais e as concessionárias estaduais de distribuição no sistema interligado Norte/Nordeste.

O Grupo Técnico Operacional da Região Norte - GTON, responsabiliza-se pelo apoio às atividades relativas à operação e à manutenção dos sistemas de geração, transmissão e distribuição, bem como da utilização e da comercialização de energia dos sistemas isolados da Região Norte e das regiões vizinhas.

A Comissão Mista de Operação - CMO e o Comitê de Administração e Operação dos Contratos de Compra e Venda dos Serviços de Eletricidade de ITAIPÚ - CADOP, define as participações dessa empresa no suprimento energético aos sistemas interligados das regiões Sul e Sudeste/Centro-Oeste e ao Paraguai.

A supervisão e coordenação da operação é realizada no âmbito do Sistema Nacional de Supervisão e Coordenação da Operação Interligada - SINSC, juntamente com o Centro Nacional de Operação dos Sistemas - CNOS.

O Comitê de Distribuição - CODI, é o organismo dedicado à otimização dos sistemas de distribuição das empresas das regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e da COELBA, de modo a garantir custo e qualidade adequados do fornecimento de energia elétrica aos consumidores em suas áreas de abrangência.

Por último, o Comitê Coordenador das Atividades de Meio Ambiente - COMASE, responsabiliza-se pelas atividades relacionadas aos aspectos sócio-ambientais dos empreendimentos que integram os sistemas elétricos, tanto na expansão quanto na operação de suas instalações.

Antes de serem enfocadas as ações da ELETROBRÁS relativas ao desenvolvimento industrial e tecnológico do setor, convém explicitar as iniciativas mais amplas relacionadas ao planejamento da expansão da oferta de eletricidade ao país, uma vez que, em grande medida, tais ações decorrem dessas formulações estratégicas.

5.2 Estratégia de Mercado e Política de Atendimento da Demanda

Cenários Macroeconômicos

O Plano 2015, visando formular uma estratégia de oferta de eletricidade para o Brasil, elaborou quatro cenários macroeconômicos. Esses cenários, como pode ser observado (Tabela 5.1), adotaram a hipótese básica de recuperação da trajetória de crescimento econômico do país no período considerado (até 2015).

O Cenário II é considerado o mais provável, sendo, dessa forma, utilizado como cenário de referência na elaboração das previsões de mercado. (ELETROBRÁS, 1996, p. 2)

Entretanto, além dos cenários macroeconômicos, a empresa, nas previsões do mercado futuro, levou em conta premissas relativas a: crescimento demográfico, previsão do consumo de energia elétrica dos grandes consumidores industriais, auto-produção de energia elétrica, bem como as tarifas relativas e as perspectivas de conservação de eletricidade.

Em CECCHI & SCHETHTMAN (1996, p. 265) foram explicitadas as principais hipóteses adotadas em relação às previsões de mercado:

- crescimento real dos níveis tarifários, chegando à média de 67 US\$/MWh;
- alcances efetivos da política de conservação do PROCEL (Programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica), que economizaria, em 2015, 11, 12, 14 e 15,0% da demanda futura de energia elétrica, relativas aos cenários I, II, III e IV, respectivamente. Nesse sentido, planeja-se as seguintes quantidades de conservação de energia elétrica, naquele mesmo ano: 63,9 TWh, 75,8 TWh, 105,3 TWh e 123,7 TWh, segundo os respectivos cenários. (Tabela 7.2).
- crescimento do atendimento domiciliar em 1,06; 1,18; 1,34; e 1,36 milhões de novas ligações ao ano, nos cenários I, II, III e IV, respectivamente. Isto significa uma taxa de atendimento domiciliar para o ano 2015 de 90, 96, 100 e 100% para os respectivos cenários;

- aumento da participação dos auto-produtores industriais, dos atuais 5,0% para 5,4; 6,5; 9,2 e 11,2%, em 2015, para os cenários I, II, III e IV, respectivamente. Nesse sentido, de 10,4 TWh, em 1995, a auto-produção assumiria os seguintes valores nos cenários estabelecidos: 29,9 TWh, 38,3 TWh, 61,0 TWh e 83,1 TWh, respectivamente. (Tabela 5.3)

Quanto às formas de geração de energia elétrica, muito embora a energia hidráulica mantenha-se, nos quatro cenários, como a principal fonte energética, a ELETROBRÁS planeja direcionar as empresas do setor no sentido da expansão termelétrica. Nesse ponto, as alternativas variam, tendo em vista, principalmente, as disponibilidades de recursos energéticos de cada região do país, ou mesmo a possibilidade de comércio (seja de eletricidade ou de fontes energéticas passíveis de uso no sistema de geração) com outros países, em particular os da região latino-americana.

Apenas com base no gás natural importado da Bolívia, por exemplo, prevê-se, já para o ano 2000, uma expansão da geração termelétrica da ordem de 1.285 MW; sendo 900 MW nos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro, 225 MW em Mato Grosso e 160 MW em Mato Grosso do Sul. Essa expansão consumirá uma quantidade de gás natural superior a 4,5 bilhões de m³/dia. Além disso, destaca-se a conclusão da construção de uma usina térmica de 450 MW, em Uruguaiana (RS), consumindo gás importado, só que da Argentina, bem como implantação de usinas a carvão mineral na Região Sul. (ELETROBRÁS, 1996)

No caso dos sistemas da Região Norte, tanto da capital quanto do interior, planeja-se, também, uma expansão da termelétrica, bem como a implantação de pequenas usinas hidrelétricas. A Comissão criada pela Portaria MME 128/95, que elaborou estudos de abastecimento de energia elétrica a Amazônia Legal, “recomendou o uso do gás natural para o atendimento a Rondônia, Acre, Manaus e Estado do Pará (margem esquerda do Rio Amazonas)”. Dessa forma, nos Sistemas das Capitais, “a geração térmica a partir do gás natural de Urucú está indicada para o suprimento à esse mercado, completada com geração hidrelétrica,” ou mesmo com “energia suprida pela Venezuela, no caso de se viabilizar a interligação elétrica entre os dois países.” (ELETROBRÁS, 1996)

Por outro lado, “a biomassa florestal poderá se tornar uma opção importante, especialmente no Nordeste... Em menor escala, a energia eólica e a solar também podem ser utilizadas. Estão sendo desenvolvidos programas de energia solar (fotovoltaica) e eólica em diversos estados do país, na área de eletrificação rural; no Ceará estão sendo implantados dois parques eólicos de 30 MW, cada.” (ELETROBRÁS, 1996)

Dessa forma, explicitam-se, pelo menos, três orientações básicas, passíveis de coordenação, na estratégia de expansão de longo prazo do sistema elétrico brasileiro:

i) o da necessidade de implementação de uma política que viabilize a mudança de trajetória do setor (antes centrada na oferta de energia elétrica) em direção a um modelo que privilegie a eliminação do desperdício na produção e no uso de eletricidade;

ii) a adoção de mecanismos institucionais que atraiam os investimentos privados, principalmente para o atendimento da expansão da oferta de energia elétrica, face à escassez de financiamento das concessionárias do setor. Essa oferta, por sua vez, sendo realizada segundo novos parâmetros, que privilegiarão empreendimentos de dimensões físicas e financeiras mais reduzidas, se comparadas ao modelo anterior;

iii) implementação de ações na área ambiental voltadas, principalmente, para equacionar o aproveitamento do potencial hidráulico da Região Amazônica, tendo em vista as atuais restrições impostas para o aproveitamento daqueles recursos. Ainda que tais restrições possam, também, ser colocadas em relação aos próximos aproveitamentos hidrelétricos fora do contexto daquela região, bem com na expansão da geração termelétrica.

Essas três grandes percepções de futuro, sem dúvida, devem orientar fortemente as ações de desenvolvimento industrial e tecnológico da ELETROBRÁS.

A questão central, portanto, parece ser a da transição de um modelo de geração hidráulica, que evoluiu, com sucesso produtivo, no sentido do aumento da capacidade de geração com base na construção e operação de grandes usinas hidrelétricas, que buscava, além das economias decorrentes das grandes escalas produtivas, o aproveitamento dos recursos hídricos, cada vez mais distantes dos centros de

consumo, para uma forma de geração mais descentralizada, abrindo possibilidades efetivas de dinamização econômica das diversas regiões do país. Procurando, no entanto, tirar o máximo proveito do potencial hidráulico existente na região amazônica. Isso sendo feito, entretanto, com base nos novos critérios econômicos, ambientais e sociais em vias de estabelecimento.⁵

Dessa forma, face à esse contexto de transição, estaria em jogo a capacidade da ELETROBRÁS de administrar sua potencialidade visando adequar-se às discontinuidades colocadas pelo ambiente produtivo mais geral. Nesse sentido, captar os aspectos centrais inerentes à mudança nesse ambiente, formular políticas, programas e projetos coerentes e, além disso, tomar decisões no sentido de implementá-los adequadamente, constituem tarefas de extrema relevância para a empresa, para o setor e para o país.

A seguir procura-se mostrar alguns esforços da ELETROBRÁS no sentido de implementar programas e executar projetos direcionados para o desenvolvimento industrial e tecnológico do setor elétrico, em articulação com os diversos agentes da indústria da eletricidade no Brasil.

5.3 A ELETROBRÁS e o Desenvolvimento Industrial e Tecnológico do Setor

A ELETROBRÁS, ao configurar no Plano 2015 um cenário econômico denominado de *Integração Condicionada*,⁶ assim resumiu a alternativa mais provável de inserção do Brasil no contexto internacional para as próximas décadas:

“Corresponde à adoção das novas regras liberais, mas limitadas pelas características locais, adaptando-as às peculiaridades do caso brasileiro, através da ação do setor público na implantação de políticas industrial e tecnológica ativas, mas sem praticar, por exemplo, o protecionismo explícito. A desregulamentação da economia será parcial, com sucateamento seletivo em segmentos sem perspectivas de se manterem competitivos e com a formação de alguns nichos de competência.”

⁵ Esforços nessa direção são encontrados, por exemplo, nos estudos realizados pelo Centro de Estudos de Energia - ENERGE, sob o patrocínio da ELETROBRÁS, na área de avaliação de custos ambientais da geração termelétrica e do impacto de usinas hidrelétricas na biodiversidade da Região Amazônica, bem como sobre as emissões de metano e dióxido de carbono de hidrelétricas. Consultar ENERGE (1996)

⁶ Além desse, mais dois cenários foram configurados: “o de Integração global, que fundamenta-se na aceitação incondicional pelo Brasil do liberalismo internacional, sem qualifica-lo ou adapta-lo às especificidades nacionais. Neste, a ausência de políticas industrial, tecnológica, social e de emprego prevaleceriam. No segundo cenário, denominado de economia protecionista, a ênfase recai no mercado interno, sendo o Estado o principal agente de desenvolvimento.” (CECCHI & SCHECHTMAN, 1996, p. 260)

A consolidação da tendência internacional de formação de blocos poderá ampliar a margem de manobra do país, permitindo-lhe tirar partido da multiplicidade de pólos e possibilitando um jogo estratégico capaz de abrir oportunidades de inserção no mercado internacional, inclusive na América Latina (Mercosul).

Neste cenário aumentam as chances de poder se desenvolver localmente alguma tecnologia, dado que, contrariamente a outros países subdesenvolvidos, o Brasil já apresenta um grau considerável e diversificado de produção, embora ameaçada pela crise, e dependente de ações coordenadas na área de políticas industrial e tecnológica para sua preservação e ampliação.

Particularmente, na alternativa de integração condicionada, o país deverá direcionar esforços na identificação de setores onde são maiores as chances de construção de vantagens comparativas, resultando numa economia que, embora mais aberta ao mercado internacional, estará menos sujeita às flutuações.” (ELETROBRÁS, 1993b)

Dessa forma, a ELETROBRÁS assume uma posição otimista em relação a questão tecnológica, ao vislumbrar algumas possibilidades de desenvolvimento tecnológico local, desde que sejam realizadas ações públicas coordenadas de políticas industrial e tecnológica. Pressupõe-se, portanto, que essas ações estejam de acordo com os esforços que deverão ser empreendidos, inerentes aos seguintes pontos: produção e uso eficientes de eletricidade, inserção na matriz energética do setor de novos agentes produtivos, redefinição de uma nova estrutura de oferta de energia elétrica e iniciativas que deverão ser tomadas em relação aos problemas ambientais, decorrentes do processo produtivo do setor. Além disso, a incorporação de novas tecnologias de suporte assume extrema relevância na atualidade, bem como inúmeros esforços deverão ser realizados com vistas a adequar o setor às novas normas de produção, em particular as relacionadas a qualidade dos produtos e serviços e as relativas ao paradigma ambiental.

5.3.1 Programas Tecnológicos da ELETROBRÁS

A coordenação das diversas ações técnicas relativas ao desenvolvimento industrial e tecnológico do SEB estão à cargo da ELETROBRÁS. À parte o filão nuclear - que, como já comentado, está sendo colocado sob a orientação da NUCLEN - as principais ações da ELETROBRÁS nesta área estão sendo coordenadas, praticamente, através de duas de suas Diretorias: Engenharia e Planejamento e de Operação. Sendo que a primeira, efetivamente, concentra a maior parte das atividades.

Os principais instrumentos de atuação da empresa, relativos às atividades de desenvolvimento industrial e tecnológico, se traduzem em programas específicos, (ELETROBRÁS, 1994) cujos mais relevantes são apresentados a seguir:

5.3.1.1 Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - PROCEL⁷

O PROCEL encontra-se sob a coordenação da Diretoria de Operações da ELETROBRÁS. Este Programa tem como missão “promover a conservação e o uso eficiente e racional da energia elétrica na oferta e no uso final, contribuindo para a melhoria da qualidade dos serviços, reduzindo os impactos ambientais e proporcionando maiores benefícios para a sociedade.” (PROCEL, 1995)

As seguintes diretrizes estratégicas orientam a realização desse Programa para os próximos 10 anos: 1. Dimensão Sócio-Política: vincula a conservação e o uso eficiente e racional da energia elétrica à qualidade, produtividade, meio ambiente e educação; 2. Planejamento: propõe políticas e formula o Plano Estratégico Decenal e o Plano de Ação Trienal para a conservação e o uso eficiente e racional de energia elétrica no país, criando as condições necessárias para alcançar as metas estabelecidas; 3. Coordenação, Articulação e Descentralização: amplia, aperfeiçoa e consolida a capacidade de atuação como coordenador, articulador e motivador, promovendo a descentralização das atividades executivas da conservação e do uso eficiente e racional da energia elétrica; 4. Financiamento e Captação de Recursos: fomenta mecanismos de financiamento e captação, buscando incrementar e assegurar o fluxo regular de recursos para as ações de conservação e uso eficiente e racional de energia elétrica; 5. Legislação e Normatização: consolida e amplia os mecanismos e instrumentos de legislação e normatização relativos à conservação e ao uso eficiente e racional de energia elétrica, dando ênfase a sua aplicabilidade e efetividade; 6. Capacitação e Desenvolvimento Tecnológico: estimula e apoia os agentes envolvidos com pesquisa, desenvolvimento tecnológico e capacitação de recursos humanos, promovendo sua integração e o repasse dos resultados obtidos para a sociedade; 7. Marketing: planeja e executa atividades de *marketing* no cumprimento da missão e demais diretrizes do Programa; 8. Gestão Organizacional: concebe e desenvolve modos de gestão e organização adequados ao alcance e à abrangência do Programa, aos seus compromissos e metas e à complexidade das interações e articulações dos agentes envolvidos; 9. Internacionalização: amplia as relações institucionais, no plano internacional, buscando novos parceiros, fontes adicionais de recursos e venda de produtos e serviços, contribuindo para a consolidação do Programa.

⁷ Atualmente, o PROCEL passou a denominar-se Programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica. A sigla do Programa, entretanto, permanece a mesma.

Como o PROCEL tem um amplo escopo de atuação, envolvendo diversos tipos de ações, são numerosos os agentes envolvidos, destacando-se: o Público Intermediário - difusores das atividades que constituem o produto PROCEL. Ex.: universidades, associações de classe, organizações não governamentais, concessionárias, etc.; e os Usuários Finais - segmentos que utilizam a energia elétrica para fins específicos. Ex.: os representantes dos setores de consumo.

Do orçamento previsto para 1995 (R\$ 61,291 milhões), apenas parcela foi obtida, revelando as barreiras ainda existentes no sentido de viabilizar seus projetos mais significativos. No total de recursos orçamentários, estava previsto que a ELETROBRÁS participaria com R\$ 47,887 milhões (R\$ 7,955 milhões para despesas de custeio e R\$ 39,932 milhões para financiamentos através da RGR), o BIRD, BID, GTZ, ONG's, etc., contribuiriam com os restantes R\$ 12,455 milhões. No entanto, o orçamento efetivamente realizado ficou em torno de 56,0% do valor inicial previsto, ou seja, R\$ 34,6 milhões. À ELETROBRÁS coube financiar R\$ 30 milhões (sendo R\$ 9,2 milhões para custeio e R\$ 21 milhões da RGR), enquanto GTZ/SEBRAE/INT/SENAI contribuíram com os R\$ 4,4 milhões e a ESMAP com os R\$ 200 mil restantes).

Dessa forma, houve tanto uma redução dos recursos previstos, com substancial queda no financiamento por parte da ELETROBRÁS, quanto uma mudança de agentes financeiros, principalmente com a ausência do BIRD e do BID. Essa redução no valor do financiamento, evidentemente, teve reflexos na economia esperada de eletricidade, que de 894 GWh, reduziu-se para 724 GWh (Quadro 5.4), na medida em que o número de projetos desenvolvidos caiu de 102 para 60 projetos.

Os resultados do PROCEL, relativos a 1995, revelam que evitou-se a construção de uma Usina Equivalente a 147 MW, deixando-se de investir recursos da ordem de US\$ 294 milhões. (Tabela 5.4) Entretanto, se forem contabilizados os frutos do Programa desde o início de sua implantação verifica-se que os resultados foram bastante superiores. De 1986 até 1995, o PROCEL contribuiu para uma economia de energia da ordem de 2.218 GWh, o equivalente a uma Usina de 407 MW. Com isso, evitou-se um investimento na oferta da ordem de US\$ 814 milhões. (Tabela 5.5)

5.3.1.2 Programa Nacional de Pequenas Centrais Elétricas - PNCE

O PNCE tem como objetivo principal “dinamizar a implantação de pequenos empreendimentos para a expansão da oferta de energia elétrica à mercados atendidos ou não por concessionário, estimulando uma maior participação de auto-produtores e produtores independentes...” Além disso, o Programa “prevê, ainda, a possibilidade de concessionários de serviço público participarem dos investimentos em PCE's, por intermédio de associações de empresas em forma de consórcio ou isoladamente.” (ELETROBRÁS, 1995)

São objetos desse Programa as PCE's com potência igual ou inferior a 10 MW.

Tecnicamente, cabe a ELETROBRÁS atuar junto aos investidores, fabricantes de equipamentos, projetistas, construtores e operadores dessas instalações, bem como junto ao órgão regulador nos processos licitatórios para efeito de outorga de concessões e autorizações pertinentes. Financeiramente, apoiará os interessados na obtenção dos recursos, no Brasil ou no exterior, mediante convênios com outras instituições financeiras e creditícias. Além disto, poderá ter uma participação minoritária nos empreendimentos considerados prioritários e, eventualmente, mobilizar recursos próprios ou fundos especiais, visando assegurar financiamentos para os casos não atendidos pelos agentes financeiros tradicionais. (ELETROBRÁS, 1995)

5.3.1.3 Programa de Qualificação de Equipamentos e Materiais do Setor de Energia Elétrica - PROQUIP

O PROQUIP é um programa inter-setorial que visa a melhoria da qualidade dos materiais e equipamentos utilizados nos serviços de energia elétrica e fabricados em série pela indústria nacional. (ELETROBRÁS, 1996b)

Os projetos no contexto do PROQUIP visam: a) redução dos custos operacionais de aquisição e de controle da qualidade; b) maior confiabilidade e segurança do sistema; c) promoção do desenvolvimento tecnológico dos materiais e equipamentos e; d) melhor relacionamento entre concessionárias e fabricantes, visando a adequação de normas técnicas.

Sob a coordenação geral da ELETROBRÁS, o PROQUIP conta, atualmente, com a participação direta das seguintes instituições: CEPEL, ABINEE, CODI, CCON, GTON. As três últimas atuam, também, no Grupo Coordenador. A Secretaria Executiva do Programa é exercida pelas empresas concessionárias. À cada uma das empresas coube a execução de um projeto. Além das concessionárias, a ELETROBRÁS executa um desses projetos. Ao CEPEL, além da função básica de realizar os diversos tipos de ensaios necessários, coube a função de fornecer subsídios técnicos aos projetos. A ABINEE é o órgão de classe empresarial que também tem um envolvimento direto nos projetos em execução.

No âmbito do Departamento de Mobilização de Indústrias e Novos Agentes - DPM, nove grupos de estudos específicos estão examinando e apontando soluções para os problemas de desempenho não satisfatório que determinados materiais e equipamentos vem apresentando. Dentre esses, foram considerados prioritários para os estudos: isoladores de transmissão, pára-raios, elos fusíveis, isoladores de distribuição, conectores, reatores de lâmpadas de vapor de mercúrio, relés fotoelétricos, transformadores de distribuição e detectores de tensão.

Por outro lado, diversas concessionárias do setor prestam apoio ao PROQUIP, fornecendo mão-de-obra especializada para os estudos e colaborando através da cessão de amostras para os ensaios laboratoriais e avaliações de campo.

Desde 1993 até o momento, foram investidos aproximadamente R\$ 4 milhões no desenvolvimento dos trabalhos realizados pelo CEPEL.

5.3.1.4 Programa de Qualidade do Setor Elétrico - PROCONT

O PROCONT tem por objetivo apoiar e desenvolver sistemas de qualidade nas empresas concessionárias e, dessa forma, tentar induzir a melhoria dos bens e serviços dos seus fornecedores.

O principal projeto em execução nesse Programa é o NBR 19000 - Adoção de Normas NBR ISO Família 9000 para Fornecimento de Produtos. (ELETROBRÁS, 1996a)

Como fontes de referência para este Projeto foram utilizadas as experiências adquiridas nos Projetos-Piloto desenvolvidos pela ELETRONORTE, ELETROSUL, FURNAS e CHESF, com o apoio da ELETROBRÁS,⁸ para a implementação de sistemas da qualidade em fornecedores de materiais para linhas de transmissão, e das orientações do PBQP, particularmente a do projeto de “Adequação do Poder de Compra Estatal” para a melhoria da qualidade e produtividade de produtos, processos e serviços.

O Projeto NBR 19000 tem como objetivo básico “melhorar a qualidade dos produtos adquiridos pelas empresas do setor elétrico, com simultânea redução de custos e adequação no atendimento aos prazos de entrega”. Para alcançar este objetivo, traçou-se uma estratégia guiada pelas seguintes diretrizes: a) atuar de forma conjunta de modo a utilizar o poder de compra das empresas e evitar desperdícios de recursos humanos e financeiros; b) adotar procedimentos comuns, que definam a forma de atuação no âmbito do Projeto NBR 19000; c) adotar uma classificação única dos produtos utilizados pelas empresas em relação aos sistemas da qualidade, de acordo com normas NBR 19000; d) verificar a implementação dos sistemas de qualidade dos fornecedores, através de auditorias de qualidade executadas por equipes compostas, preferencialmente, por técnicos de diferentes empresas ou através do exame de documentos de outras entidades, previamente acordadas, que comprovem a conformidade dos sistemas da qualidade dos fornecedores com a norma estabelecida na classificação; e) reconhecer as avaliações dos sistemas da qualidade realizadas no âmbito do Projeto NBR 19000; f) incluir na comprovação de que o sistema da qualidade foi aprovado pelas empresas, como um dos itens que caracterizam a capacidade técnica para habilitação de fornecedores dos produtos que constem da classificação, após decorridos os prazos para implantação.

Até o momento, o Projeto NBR 19000 desenvolveu as seguintes atividades: i) classificação de produtos quanto ao sistema da qualidade; ii) definição das empresas coordenadoras de projetos de implementação de sistemas da qualidade de fornecedores; iii) divulgação da classificação e dos prazos para implantação; iv) acompanhamento da implantação dos sistemas da qualidade nos fornecedores; v)

⁸ Além destas empresas, participam do Projeto: CEPEL, NUCLEN, CEAM, CEB, CELB, CELESC, CELPA, CELPE, CEMIG, CEPISA, CERJ, CESP, COELBA, COELCE, COPEL, COSERN, CPFL, ENERSUL, ESCELSA, LIGHT e SAELPA.

elaboração de procedimentos de avaliação dos sistemas da qualidade dos fornecedores; vi) capacitação de auditores da qualidade; vii) elaboração de procedimentos para aquisição com exigência de sistema da qualidade; viii) publicação dos comunicados de avaliação; ix) capacitação do pessoal de aquisição; quando foram realizados 9 cursos e treinados 138 técnicos; x) publicação dos comunicados de confirmação e retificação.

Ressalta-se, no que diz respeito às atividades relativas ao item vi (capacitação de auditores da qualidade), que o Departamento de Desenvolvimento Tecnológico e Industrial da ELETROBRÁS coordenou e implantou dois projetos: Projeto TA-1 (Formação de Multiplicadores para a Capacitação de Auditores da Qualidade) e o Projeto TA-2 (Capacitação e Qualificação de Auditores da Qualidade das Empresas de Energia Elétrica). A preocupação básica desses dois projetos foi com a necessidade de reduzir custos nas empresas, utilizando o *know-how* já existente em algumas delas. Como resultado foram realizados 9 cursos, que contaram com a participação de 164 técnicos do setor elétrico.

5.3.1.5 Programa de Desenvolvimento Integrado do Suprimento do Setor de Energia Elétrica - PROSUP

O PROSUP, implantado na empresa desde 1987, tem os seguintes objetivos: a) fortalecer o poder de compra setorial; b) otimizar os sistemas de gerência de material das empresas; e, c) integrar as ações das empresas, visando o aporte de recursos humanos, financeiros, materiais e institucionais necessários à implantação do Programa. (ELETROBRÁS, 1996c)

Entre as atividades desenvolvidas no âmbito do Programa destaca-se, até o momento, “a implementação do Sistema de Informações do Programa de Desenvolvimento Integrado do Suprimento, que torna disponível para o setor informações relativas à classificação padronizada de itens de material, cadastro de fornecedores e registros de preços de materiais e equipamentos.” (ELETROBRÁS, 1994d)

5.3.1.6 Programas na Área Ambiental

O segundo Plano Diretor de Meio Ambiente do Setor Elétrico (II PDMA), concluído em 1990, é o principal instrumento de planificação voltado para o trato das

questões ecológicas. Através desse Plano o setor procura estabelecer uma postura compatível com as diretrizes e os instrumentos da **Política Nacional de Meio Ambiente**. Nele estão definidos os objetivos, os princípios básicos e as diretrizes que configuram a postura geral do setor elétrico no trato das questões sócio-ambientais nas etapas de planejamento, implantação e operação de seus empreendimentos. (ELETROBRÁS, 1994)

O Plano fundamenta-se em três princípios básicos:

I - Viabilidade Sócio ambiental

Aponta para a necessidade de que os estudos de inventário e de viabilidade (que dão suporte à decisão de realizar ou não um empreendimento) atendam aos seguintes requisitos: a) incorporem variáveis que expressem o amplo espectro de impactos sociais e ambientais associados aos empreendimentos; b) satisfaçam a um conjunto de restrições consideradas relevantes pelo setor elétrico e pela sociedade no campo sócio-econômico (como, por exemplo, a preservação de valores culturais ou de áreas de especial importância ecológica); c) indique benefícios líquidos (impactos positivos menos impactos negativos);

II - Inserção Regional

Postula um equilíbrio maior entre: objetivos nacionais ou setoriais e interesses regionais ou locais. Este equilíbrio poderá ser favorecido por uma estratégia que considere as repercussões sócio-ambientais dos empreendimentos elétricos, segundo uma ótica regional, bem como uma adequada inserção através da maximização dos benefícios líquidos diretos ou setoriais e das potencialidades extra-setoriais da região onde o empreendimento é implantado;

III - Processo Decisório Amplo

Postula que a viabilidade dos empreendimentos do setor elétrico, no tocante aos aspectos sócio-ambientais e ao sucesso da inserção regional, dependerá, cada vez mais, de um adequado e oportuno relacionamento com outras instituições e com a sociedade, de uma maneira geral. Nesse sentido, o Plano aponta para os seguintes blocos de diretrizes da política ambiental: i) de caráter processual: voltado para o

planejamento setorial, onde são enunciadas as diretrizes referentes aos seguintes aspectos: a) ciclo de planejamento dos empreendimentos; b) articulação institucional, relacionamento com a sociedade e comunicação social; c) financiamento de programas sócio-ambientais; ii) de caráter operacional: direcionado para o planejamento e implantação de empreendimentos ou projetos individuais. Estas diretrizes orientam a postura e os procedimentos a serem adotados pelas empresas do setor elétrico, no tocante aos seguintes temas: a) remanejamento de grupos populacionais; b) relacionamento com grupos populacionais indígenas; c) conservação e recuperação da fauna e da flora; d) tratamento das questões sócio-ambientais no uso do carvão mineral em usinas termelétricas.

O II PDMA priorizou a formulação de um conjunto de diretrizes setoriais que traduzissem uma conduta geral e que pudessem orientar a definição e o detalhamento, por parte de cada empresa concessionária, de diretrizes estratégicas ou programáticas que refletissem: as especificidades das áreas de atuação, o papel social desempenhado e o quadro de recursos técnicos e financeiros disponíveis.

Os estudos desenvolvidos referentes à questão ambiental estão consolidados em três sub-projetos, a saber: o primeiro tem como objetivo a identificação dos impactos sócio-ambientais causados pela utilização das fontes convencionais (hidráulica, carvão mineral, nuclear, derivados de petróleo e gás natural) e outras não convencionais (biomassa, solar, eólica, oceânica e resíduos orgânicos) na geração de energia elétrica; o segundo projeto aborda especialmente a fonte hidráulica. Assim, desenvolve uma metodologia para a avaliação sócio-ambiental, além de buscar parâmetros e procedimentos visando uma estimativa de custos sócio-ambientais dos empreendimentos; o terceiro projeto contempla os aspectos sócio-ambientais associados aos sistemas de transmissão, segundo uma abordagem que procura levantar os principais condicionantes e as orientações gerais para o planejamento, implantação e operação desses sistemas.

Nessa etapa do desenvolvimento das atividades na área ambiental a ELETROBRÁS, praticamente, dá curso aos trabalhos de instrumentalização da incorporação dos aspectos sócio-ambientais nas atividades de planejamento, implantação e operação dos sistemas elétricos, destacando-se a complementação do

Orçamento Padrão da ELETROBRÁS - OPE, através do detalhamento das rubricas sócio-ambientais (custos sócio-ambientais), estudos de aspectos da legislação ambiental, mecanismos de interação com a sociedade e métodos de incorporação dos componentes ambientais aos planos de expansão de curto e longo prazos. Além disso, aprimora o sistema de informações sobre as questões sócio-ambientais existente, com a criação de um Banco de Dados relativos ao tema. (ELETROBRÁS, 1994)

A ELETROBRÁS empenha-se, também, na coordenação do apoio técnico e institucional demandado pelas empresas concessionárias, em várias instâncias, através da articulação institucional com entidades não setoriais ou diretamente, por meio de questões específicas ao tema meio ambiente.

No processo contínuo de complementação de diretrizes de atuação do setor na área ambiental, estavam sendo formuladas, na época, orientações para o tratamento da fauna aquática. Encontra-se também em andamento a contratação de estudos sobre a saúde das populações, a qualidade da água e os termos de convênio para a realização de estudos conjuntos pela ELETROBRÁS e pela Universidade Federal do Pará, tendo em vista a ampliação do conhecimento setorial sobre a Amazônia. (ELETROBRÁS, 1996d)

Uma iniciativa em curso na estrutura industrial brasileira, na qual a ELETROBRÁS já encontra-se inserida, é, segundo MAGRINI (1996), no “processo de elaboração e discussão das normas ISO 14000 sobre Gestão Ambiental, que visam padronizar, a nível internacional, os procedimentos de gestão e de produção de todo o ciclo de vida dos produtos com a finalidade de reduzir a degradação ambiental”.

Portanto, a ELETROBRÁS empenha-se no sentido de fornecer às empresas do setor elétrico subsídios para que avancem, de forma organizada, na direção da criação de um sistema de gestão que incorpore as variáveis ambientais nos processos decisórios.

5.3.1.7 Outros Programas

A ELETROBRÁS coordena a realização de, pelo menos, mais três importantes Programas: **Programa de Apoio ao Desenvolvimento Industrial e Tecnológico para o Setor Elétrico - PRODIN**, que visa identificar, executar, estimular,

acompanhar e supervisionar as atividades que propiciem desenvolvimento industrial e tecnológico de equipamentos e materiais utilizados pelo setor; **Programa de Apoio ao Desenvolvimento Integrado de Digitalização e Automação do Setor Elétrico - PRODASE**, voltado para a mobilização setorial visando a execução de ações integradas relativas ao desenvolvimento de projetos de digitalização e automação do setor elétrico. Constituem aspectos centrais desse Programa: a) a necessidade da uniformização das especificações básicas de sistemas digitais; b) o levantamento das disponibilidades de equipamentos; c) a capacitação e a potencialização dos agentes nacionais envolvidos; d) a identificação das necessidades de desenvolvimento de tecnologias específicas e de treinamento de recursos humanos (ELETROBRÁS, 1993b, p. 30-31); **Programa de Normalização Técnica do Setor de Energia Elétrica - PRONORM**, busca “estabelecer nova estrutura e diretrizes operacionais para que o setor assuma...o preparo das normas técnicas de seu interesse.” (ELETROBRÁS, 1994) Constavam do PRONORM, pelo menos até 1994, 117 projetos de normas, dos quais 85 estavam sendo elaborados pelas comissões de estudo do Comitê Brasileiro de Eletricidade, da ABNT. Nesse momento, as empresas do setor, além realizarem um grande esforço relativo à implantação de normas na área da qualidade, preparam-se para a adoção de procedimentos relacionados a normatização das atividades na área ambiental.

Dessa forma, é possível afirmar que a ELETROBRÁS encontra-se inserida no contexto mais amplo da política industrial e tecnológica do país, mobilizando-se no sentido de adequar-se às novas exigências da dinâmica tecnológica atual e procurando dar continuidade, de forma renovada, às funções de planejamento e coordenação do setor. Os instrumentos por ela utilizados apontam, sem dúvida, nessa direção. A empresa vem trabalhando, por exemplo, na introdução das variáveis sócio-ambientais no processo de planejamento, em consonância com a política nacional de meio ambiente; vem apoiando, através de programas específicos, o desenvolvimento, no interior de diversas concessionárias de energia elétrica, de sistemas de qualidade que contribuam para a melhoria dos serviços, através, principalmente, do controle da qualidade dos materiais e equipamentos utilizados nos sistemas de potência; tem atuado, também, na dinamização da implantação de pequenos empreendimentos, objetivando a expansão da oferta de energia elétrica e estimulando uma maior participação de auto-produtores e produtores independentes; e, por último, atua

firmemente, através do PROCEL, na coordenação da implantação de medidas que contribuam para o uso e para a produção eficiente e racional de energia elétrica.

Resta saber, em que medida tais orientações estratégicas tem se refletido no comportamento dos principais agentes do setor sob sua coordenação. Isso, entretanto, é assunto para os próximos capítulos.

Capítulo 6

A Resposta das Concessionárias de Energia Elétrica às Mudanças Institucionais e Tecnológicas no Setor

No capítulo anterior destacou-se o papel que a ELETROBRÁS vem exercendo no setor, através da formulação de programas específicos orientados para a implementação de ações relativas ao desenvolvimento industrial e tecnológico. Mostrou-se também o empenho da empresa nas tarefas inerentes ao planejamento e a coordenação estratégica. Foi ressaltado, além disso, os aspectos centrais tratados no contexto do planejamento das variáveis tecnológicas, tais como os relacionadas, principalmente, ao impacto sócio-ambiental, a qualidade dos materiais e equipamentos comprados e aos esquemas de fomento aos pequenos empreendimentos de geração de energia elétrica.

Neste capítulo procura-se posicionar as concessionárias de energia elétrica no atual contexto de mudanças no setor. Objetiva-se, em última instância, verificar a presença (ou não) de novos procedimentos organizacionais e administrativos no interior dessas firmas, face ao contexto dinâmico das inovações tecnológicas em curso na indústria da eletricidade. Além disso, procura-se verificar a coerência das decisões internas às empresas vis-a-vis aos direcionamentos propostos pela ELETROBRÁS para o setor

Face ao grande número de concessionárias atuantes no SEB bem como a amplitude do tema tratado, selecionou-se uma amostra contendo três importantes concessionárias à serem

diagnosticadas: Companhia Paulista de Força e Luz - CPFL, Centrais Elétricas do Norte do Brasil S. A. - ELETRONORTE e FURNAS Centrais Elétricas S.A. A escolha destas empresas baseou-se em critérios *institucionais* (na medida em que foram selecionadas duas empresas federais e uma estadual); *técnicos* (além do diagnóstico cobrir as três etapas básicas da cadeia produtiva do setor - geração, transmissão e distribuição de energia elétrica - essas empresas, principalmente FURNAS, apresentam uma grande diversificação de técnicas produtivas, além de terem adquirido, ao longo do processo de desenvolvimento setorial, uma enorme capacitação técnica); *ambientais* (uma vez que essas firmas tendem a gerar, através dos seus modos de produção - principalmente FURNAS e ELETRONORTE - alguns dos principais problemas do setor relacionados à essa questão); *espaciais e estratégicos* (principalmente, pelo fato de atuarem tanto em áreas “já consolidadas” em termos de desenvolvimento econômico - casos de FURNAS e CPFL, quanto em uma região estratégica do ponto de vista econômico, social e ambiental, como é o caso da atuação da ELETRONORTE na Amazônia).

6.1 Companhia Paulista de Força e Luz

6.1.1 Generalidades

A CPFL foi criada no Estado de São Paulo, em novembro de 1912, por iniciativa de industriais paulista, num contexto caracterizado por vertiginosa expansão das atividades cafeeiras; grande diversificação da produção agrícola; e intensa interiorização do processo de desenvolvimento industrial desse Estado. Desde então, passou a constituir-se numa das principais concessionárias de energia elétrica em atuação no Brasil.

Em decorrência do aprofundamento da concentração e da centralização do capital, durante os anos 20, a CPFL, em 1927, foi comprada pela empresa canadense AMFORP. Essa empresa (que iniciava, nesse ano, sua atuação no país) fez do interior paulista sua principal área de concessão¹ e da CPFL um dos principais instrumentos de apoio ao seu crescimento no Brasil.

Face ao permanente processo de expansão e diversificação industrial dos municípios do interior paulista, foi possível a AMFORP manter-se em crescimento, com base numa bem

¹ Isso porque, nesse período, a LIGHT já controlava as principais áreas de concessão próximas aos centros urbanos mais desenvolvidos do país, ou seja, as capitais do Estado de São Paulo e do Rio de Janeiro, antiga Guanabara.

montada organização empresarial. Essa, por sua vez, centrava-se muito mais numa estratégia de incorporação de firmas do que na realização de novos investimentos na expansão do setor.

Dessa forma, no início da década de 50, a CPFL já havia alcançado um considerável porte empresarial. Atendia a "155 municípios, a aproximadamente 300 núcleos urbanos (entre os quais Campinas, Ribeirão Preto, Baurú, Araraquara e Piracicaba) e a uma população de 3 milhões de habitantes. Contando com 18 usinas geradoras, 9.320 km de linhas de transmissão e levando eletricidade a 223 mil consumidores (entre indústrias, estabelecimentos comerciais e residências), a companhia apresentava um dos mais extensos sistemas interligados de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica da América do Sul". (CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE NO BRASIL, 1988, p. 177)

Até 1964, a CPFL manteve-se sob o domínio daquele grupo canadense, tornando-se a principal empresa de energia elétrica em operação naquela região. Nesse ano, entretanto, passou para o controle da ELETROBRÁS, no âmbito de um negociado e longo processo de nacionalização das empresas estrangeiras que operavam no país.²

Em 1975 o controle acionário da CPFL foi assumido pela Companhia Energética de São Paulo - CESP, em acordo firmado entre o governo paulista e a ELETROBRÁS. Dessa forma, pode firmar-se como uma sólida concessionária de distribuição, através de uma consolidada política de expansão de suas atividades produtivas e comerciais.

Ainda que a CPFL participe do *ranking* das melhores distribuidoras brasileiras de eletricidade, o atual quadro de mudanças institucionais no sistema energético do Estado de São Paulo aponta para profundas mudanças na empresa, bem como nas demais concessionárias de eletricidade pertencentes ao Estado.

Qual o impacto dessa reestruturação institucional do setor energético paulista, e em particular das empresas de eletricidade, sobre a estruturação produtiva e tecnológica da CPFL? Em que medida tais iniciativas afetam o contexto espacial no qual a empresa realiza suas atividades tecnológicas? Que tipo de esforço vem sendo feito pela CPFL para situar-se nas transformações visualizadas para o setor? São essas questões que nortearam as preocupações desse diagnóstico.

² Esse processo só terminou, praticamente, em 1979, a partir da compra da LIGHT pelo governo federal.

6.1.2 Quadro Atual e Perspectivas da Empresa

A CPFL é uma empresa voltada para a distribuição de eletricidade. Como tal, atua numa área de concessão que abrange 225 importantes municípios paulistas, cobrindo um extenso e bastante desenvolvido território, equivalente a 90.440 km² de área (aproximadamente 37,0% do Estado de São Paulo), com uma população acima de 7 milhões e 300 mil habitantes. Adiciona-se o fato do espaço regional onde a empresa atua constituir-se num dos principais pólos de desenvolvimento tecnológico do Brasil, com a presença de importantes instituições de ensino e pesquisa bem como de centros de excelência na área tecnológica.

Para o desenvolvimento das atividades técnicas e administrativas, a CPFL é gerenciada através de cinco regionais (Baurú, Campinas, Araraquara, São José do Rio Preto e Ribeirão Preto). No total, possui um quadro de pessoal técnico-administrativo (relativo a 1995) de 6 mil 972 funcionários (805 funcionários à menos que em 1994), constituindo-se, sem sombra dúvida, num dos mais importantes fatores de produção da empresa.

A CPFL acumulou um patrimônio líquido (somado às reservas) no valor de R\$ 2,3 bilhões, tendo a CESP como seu acionista majoritário (68,62% de suas ações). Entre as três concessionárias estaduais paulistas, a CPFL é considerada a mais saudável financeiramente, pelo fato de possuir um ativo de R\$ 3,1 bilhões e um passivo de R\$ 396 milhões de curto prazo e R\$ 380 milhões de longo prazo, de acordo com seu balanço de 31 de dezembro de 1995. (USP, 1996)

O sistema de distribuição da empresa é um dos mais extensos e bem equipados do país, possuindo 36.977 km de extensão de linhas aéreas, localizadas nas cidades, e 23.647 km nas áreas rurais, 139.866 transformadores aéreos, totalizando uma potência instalada de 7.321 MVA; e 231 MVA de potência em subestações. (Tabela 6.1) Através desse sistema de potência a CPFL atendeu, em 1995, a 2 milhões, 155 mil e 384 clientes. Esses, nesse ano, consumiram 15.851 GWh. O setor industrial (com 42,5% do consumo), seguido do setor residencial (28,6%) e do comercial (12,2%) representaram os principais segmentos de negócios da empresa. (ELETRICIDADE MODERNA, 1996)³

³Consultar também a Tabela 8.2, contendo dados relativos ao mercado de consumo de energia elétrica da CPFL, referentes a 1994.

Por outro lado, além da distribuição e da comercialização, a CPFL lida com outros aspectos relativos à cadeia de produção de energia elétrica. Seu sistema de potência conta, atualmente, com 19 usinas geradoras, correspondentes a 136,6 MW de potência (sendo, 78,0% correspondentes às pequenas usinas hidrelétricas e 22,0% às termelétricas a óleo combustível) e 5.905 km de extensão de linhas de transmissão. Além disso, a estratégia de planejamento da empresa vinha reservando um grande espaço no futuro para esses segmentos da cadeia produtiva, o que envolveria, além do gerenciamento do projeto e da execução de inúmeras obras de engenharia, a instalação de equipamentos e a organização de uma ampla infra-estrutura de apoio a essas e a outras atividades afins.

Na medida em que as previsões de mercado da CPFL apontavam para um incremento médio no consumo de energia elétrica da ordem de 4,4% a.a., até 2005, (ELETROBRÁS, 1993) essa empresa deveria preparar-se para um fornecimento de energia elétrica da ordem de 21.000 GWh, nesse ano. Estava previsto que parcela do fornecimento seria atendida através da importação de eletricidade de outras concessionária do Estado ou de fora dele; e que, além disso, a empresa incorporaria ao seu sistema de potência, até 2005, mais 10 pequenas usinas hidrelétricas, com capacidade de geração variando entre 13,9 e 45,0 MW, o que totalizaria o equivalente a 232,5 MW, com o custo do kW instalado dessas usinas variando entre US\$ 1.663,00 e US\$ 2591,00. Previa-se, com isso, um desembolso total de US\$ 440,0 milhões, ao longo desse horizonte de planejamento. (Tabela 6.3) Entretanto, face ao contexto de reestruturação da empresa, visando a sua privatização, é bem provável que esse quadro se altere radicalmente, em detrimento, principalmente, da expansão da capacidade de geração de eletricidade da companhia.

A CPFL, no contexto do mais ambicioso Programa Estadual de Desestatização em implantação no país, levado à cabo pelo governo paulista, desenvolveu um intenso trabalho interno de reestruturação visando a sua privatização, cujo leilão foi maracado para o dia 5 de novembro de 1997.

A seguir será analisado o desempenho produtivo e comercial da CPFL, objetivando aquilatar a importância dessa companhia no âmbito do setor.

6.1.3 Desempenho Produtivo

6.1.3.1 Aspectos Estratégicos

Uma concessionária de distribuição de energia elétrica, para dar eficácia às atividades produtivas e comerciais, deve conjugar ações estratégicas com procedimentos táticos de planejamento, envolvendo o **sistema elétrico** e o **sistema suporte** da empresa. Essas ações e procedimentos (quase sempre de natureza essencialmente gerencial) devem ser direcionados para adequar, ao menor custo possível, as atuais e as futuras solicitações do mercado consumidor, garantindo um suprimento de energia elétrica com níveis de qualidade da produção e do produto compatíveis com as exigências do mercado.

Um **sistema elétrico** envolve toda uma gama de equipamentos e instalações componentes e organicamente relacionadas ao sistema de potência da empresa (subestações, transformadores, linhas de transmissão e de distribuição, postes, usinas geradoras, equipamentos de uso, etc.). Nesse sentido, cobre desde à origem (caso possua atividades de geração) ao término da cadeia produtiva da empresa (comercialização), passando pelo transporte (transmissão e distribuição) da energia elétrica.

Já o **sistema suporte**, compreende as diversas atividades-meio, envolvendo os aspectos organizacionais, operacionais e logísticos relativos aos sub-sistemas de transporte (de funcionários, de equipamentos e de materiais diversos), comunicações (centrais telefônicas, rádios transmissores, etc.) e informática; bem como os vários aspectos relacionados ao gerenciamento da construção, montagem e funcionamento das edificações, etc..

O processo convencional de planificação das empresas distribuidoras recomenda que no nível *estratégico* se empreenda as escolhas dos objetivos e das metas de longo prazo, relativas ao suprimento do mercado consumidor de energia elétrica. Quatro tipos de metas são, normalmente, estabelecidas: i) qualidade do fornecimento; ii) atendimento ao mercado; iii) gerenciais; e, por último, iv) econômico-financeiras. Já no plano *tático*, procede-se a escolha dos recursos para se atingir os objetivos e as metas propostas no nível precedente. (ELETROBRÁS & CODI, 1982a)

Embora esses procedimentos continuem, de uma maneira geral, válidos, o planejamento ganhou na atualidade uma nova natureza e abrangência. Dessa forma, além das

incertezas que passaram a fazer parte do cotidiano empresarial⁴, gerando a necessidade de se trabalhar com cenários industriais⁵, como uma nova ferramenta de tomada de decisões estratégicas, o mercado, através dos seus agentes econômicos e sociais, vem adquirindo uma nova dimensão política, passando a influenciar os rumos das decisões econômicas das firmas. Soma-se o fato da empresa ter a obrigação de estar sintonizada com a atual política setorial, que vem enfatizando a necessidade da realização de ações relativas à conservação de energia elétrica e da preservação ambiental.

Da mesma forma, o intenso processo de modernização tecnológica (em particular, na informática e na microeletrônica) e de reestruturação produtiva impulsionam as empresas para uma nova realidade. Nesse sentido, são estimuladas a criar condições que permitam ingressarem nesse novo contexto industrial.

De certa forma, o desempenho produtivo e comercial da CPFL decorreu de uma estratégia de modernização produtiva e organizacional que buscava estar sempre na frente das concessionárias do setor, direcionando-se para fornecer um serviço de energia elétrica com qualidade, como bem revelam os seus índices de desempenho. Na atualidade, a empresa dá curso à essa estratégia, modificando, entretanto, a natureza de sua atuação no mercado, ao mesmo tempo em que procura incorporar novos ingredientes qualitativos.

6.1.3.2 Alguns Indicadores do Desempenho da Empresa

Independentemente de ter havido, nos primeiros anos dessa década, uma redução no volume dos investimentos da empresa, como será mostrado mais adiante, em termos produtivos e comerciais a CPFL continua destacando-se como uma das mais eficientes distribuidoras de energia elétrica do país.

⁴ No caso do setor elétrico, dentre outras, destacam-se as restrições dos Bancos Multilaterais em relação ao financiamento de empréstimos para investimentos, as mudanças institucionais que alteraram as possibilidades de rumos para o setor elétrico e as atuais indefinições quanto às possibilidades de diversificação do uso de fontes energéticas para a geração de eletricidade, em particular, o gás natural.

⁵ "A estrutura industrial não é estática, e as empresas dentro de várias indústrias defrontam-se com uma incerteza considerável quanto às mudanças que esta estrutura irá sofrer no futuro. As fontes de incerteza são numerosas e originam-se da própria indústria ou do seu meio ambiente mais amplo. A maior parte dos observadores concordaria com a afirmativa de que a incerteza aumentou tremendamente na última década, em decorrência de fatores como os preços flutuantes da matéria-prima, oscilações nos mercados financeiros e de moeda, desregulamentação, a revolução eletrônica e o crescimento da concorrência internacional." (PORTER, 1992, p. 411)

O desempenho técnico-comercial da empresa, confere-lhe uma situação de destaque no quadro setorial. É a segunda distribuidora do Estado de São Paulo em termos comerciais de eletricidade;⁶ a quarta colocada em venda final de energia elétrica no país; e a sétima em número de consumidores faturados. O número total de consumidores foi permanentemente crescente ao longo dos últimos 15 anos (Gráfico 6.1); tanto os residenciais (Gráfico 6.2), quanto os industriais (Gráfico 6.3).

Muito embora, desde 1987, a CPFL venha reduzindo o seu quadro de pessoal (Gráfico 6.4), o desempenho da empresa, pelo menos até o momento, parece não ter sido afetado, uma vez que as relações entre o número de consumidores e o número de empregado (Gráfico 6.5) e a energia vendida e o número de empregado (Gráfico 6.6) mantiveram-se em ascensão nesse período. Por outro lado, se no médio e longo prazos essa política não for conduzida de forma acertada, visando preservar o que resta do quadro técnico mais capacitado, a atual situação pode ser alterada de forma desfavorável, o que se refletirá, certamente, na qualidade dos serviços prestados.

Embora o mercado de eletricidade tenha se expandido, pode-se notar, já a partir do início da segunda metade dos anos 80 (setor industrial - Gráfico 6.7), e mais recentemente, (setor residencial - Gráfico 6.8) uma substancial queda nos índices médios de consumo de energia elétrica desses setores. Essas inflexões nessas curvas podem refletir, dentre outros fatores, os resultados da adoção pela empresa de medidas de melhoria da eficiência no uso da eletricidade nos diferentes setores do mercado.

É fundamental se registrar, também, que houve uma permanente queda nos índices de perdas de energia elétrica no sistema da CPFL (Gráfico 6.9), em particular após 1985. Do total da energia elétrica fornecida pela empresa para o consumo final ou suprimento a outras concessionárias, a CPFL perdeu, em média, 7,0%, nos últimos 5 anos. De acordo com as estimativas da própria empresa, em torno de 3,0% desse total foram perdidos no sistema de distribuição e os 4,0% restantes, na transmissão.⁷ Atualmente, a companhia continua registrando um dos mais baixos índices de perdas entre as concessionária distribuidoras do

⁶ Em 1994, os municípios paulistas consumiram 79.219,6 GWh. Desse total, 66,5% foram comercializados pela ELETROPAULO, 18,8% pela CPFL, 11,1% pela CESP e os restantes 3,5% pelas demais empresas públicas e privadas atuantes no estado. (CESP, 1995)

⁷ Tomando por base o ano de 1992, a CPFL foi a concessionária que apresentou o menor índice de energia perdida no sistema, comparado aos índices das demais distribuidoras do país. (Tabelas 6.6 e 6.7)

Gráfico 6.1 - Número Total de Consumidores

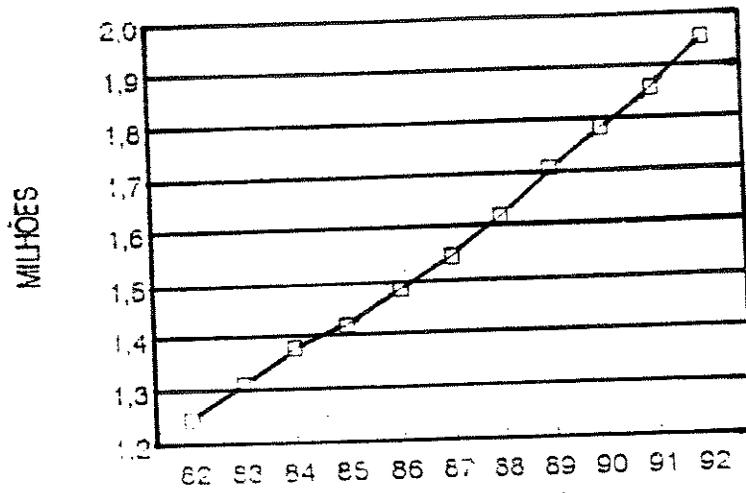


Gráfico 6.2 - Número de Consumidores Residenciais

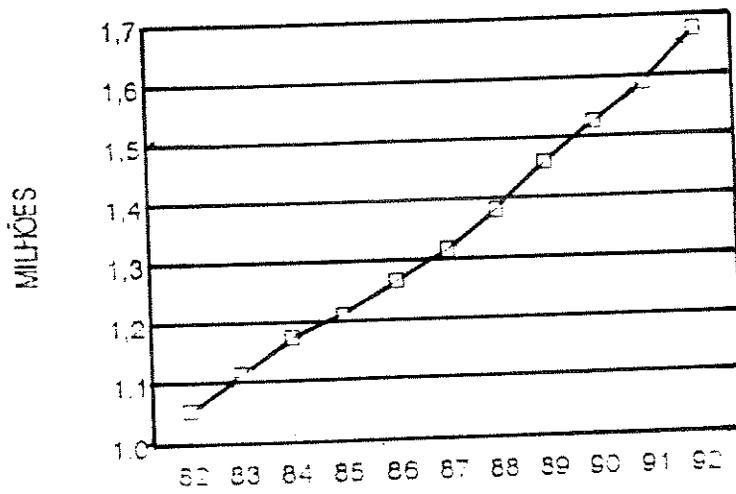


Gráfico 6.3 - Número de Consumidores Industriais

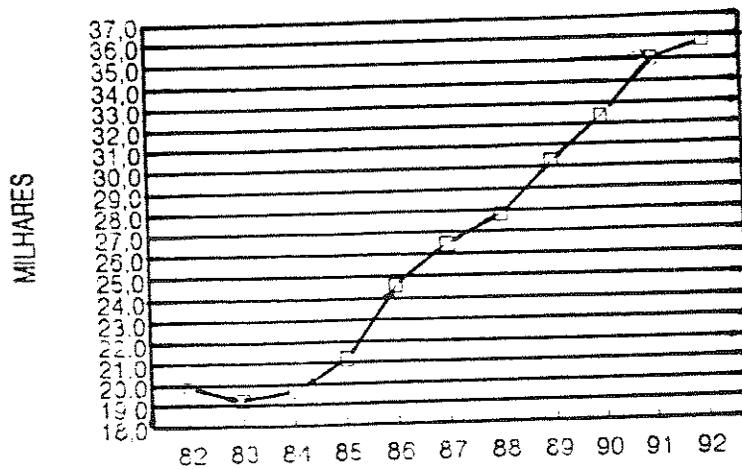
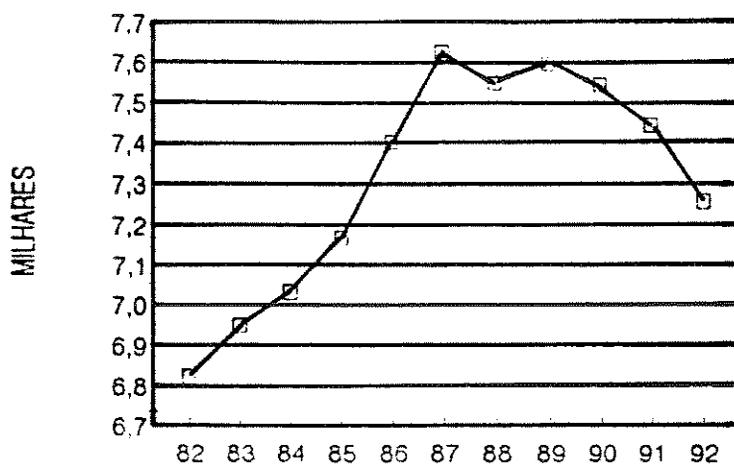
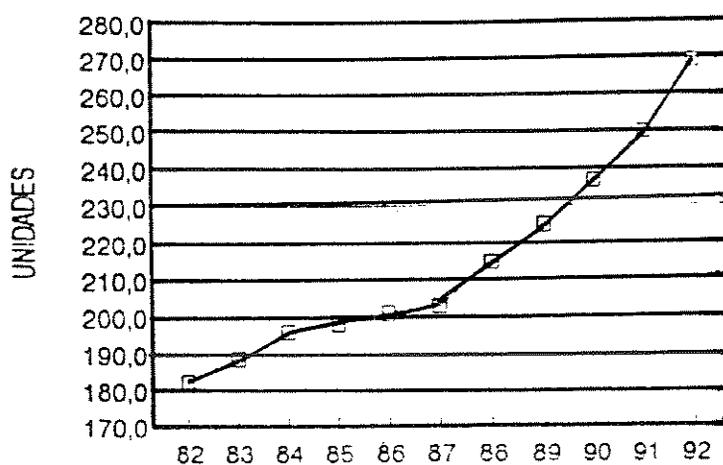
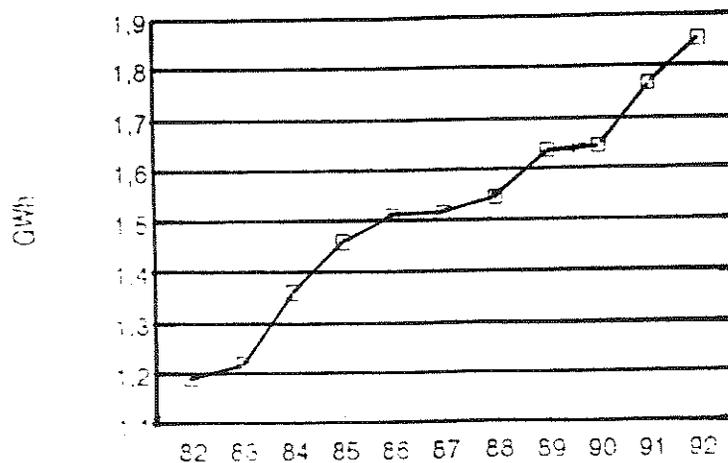
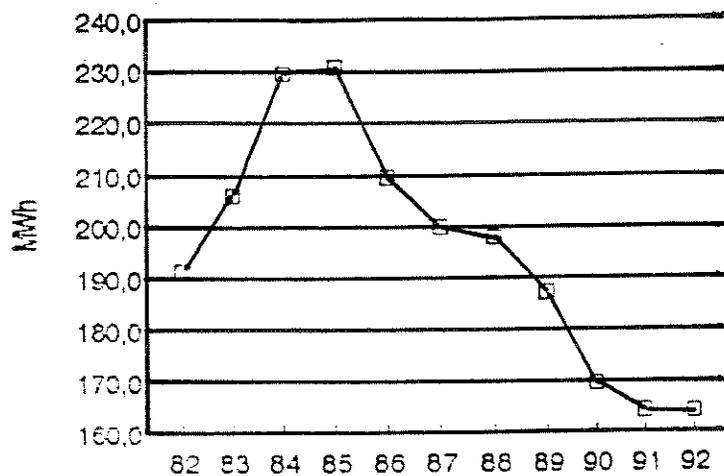
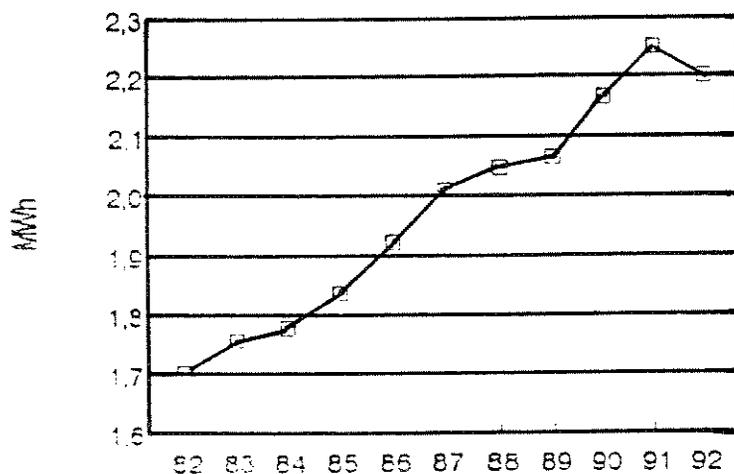
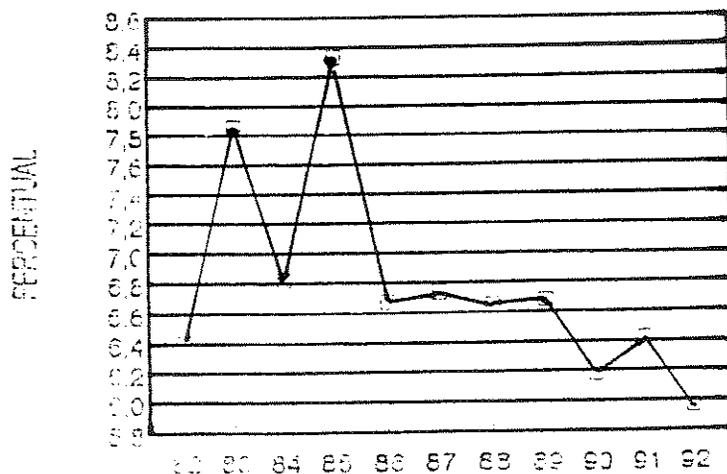


Gráfico 6.4 - Número de Empregados**Gráfico 6.5 - Número de Consumidores por Empregado****Gráfico 6.6 - Energia Vendida por Empregado**

FONTE: ELETROBRAS (1993d)

Gráfico 6.7 - Consumo Médio Industrial**Gráfico 6.8 - Consumo Médio Residencial****Gráfico 6.9 - Perdas Totais**

FONTE: ELETROBRAS (1993d)

país. Em 1994, esse índice encontrava-se na faixa dos 6,0%, o que daria uma quantidade de energia elétrica perdida da ordem de 602,6 GWh, ou seja, o equivalente a pouco mais que R\$ 36,2 milhões/ano.⁸

Dessa forma, o desempenho da CPFL, comparado às demais concessionárias brasileiras de distribuição, pode ser considerado positivo no tocante à redução das perdas no seu sistema de potência.

A Busca Permanente da Qualidade

A CPFL, desde cedo, direcionou as preocupações técnicas e administrativas para a melhoria da qualidade dos serviços. A empresa, de acordo com as diretrizes setoriais, vem empenhando-se no sentido de qualificar o nível de relacionamento com seus fornecedores de materiais, equipamentos e serviços diversos. Esse relacionamento, na atualidade, tornou-se de fundamental importância, na medida em que pode traduzir-se, face ao esforço de aprendizado para capacitação do usuário, numa elevação do grau de qualidade do produto ou do serviço prestado pelos fornecedores, além de permitir possíveis reduções de custos. Além disso, a empresa objetiva avançar no sentido da melhoria da qualidade dos serviços oferecidos aos seus clientes.

a) Qualidade na relação com os fornecedores

A CPFL é uma das concessionárias envolvidas no Programa de Qualidade do Setor Elétrico - PROCONT, coordenado pela ELETROBRÁS.

No âmbito deste Programa, a CPFL implantou, em fevereiro de 1992, o *Programa de Certificação de Fornecedores com Garantia de Qualidade*, onde foram realizados esforços centrados no treinamento de pessoal visando a condução das auditorias, voltadas para o estabelecimento de um sistema de qualidade baseado na família de normas NBR 19000 (ISO 9000), auditado e aprovado pela companhia. Para tal, em 1993, a CPFL mobilizou investimentos da ordem de US\$ 20 mil para que seus funcionários realizassem cursos de "Especialização em Auditoria da Qualidade". Em 1994, intensificando ainda mais seus esforços de capacitação tecnológica nessa área, 26 profissionais foram designados para realizar Cursos de "Mestrado em Qualidade" nas Universidades do país, perfazendo um total

⁸ Considerando uma tarifa média de R\$ 50,00/MWh

de 12.000 homens-hora e um investimento da ordem de US\$ 24 mil. Em 1995, tendo em vista a relevância desse tema, a empresa dobrou esse valor.

b) Qualidade na Prestação dos Serviços de Energia Elétrica

A atuação da CPFL na melhoria da qualidade dos serviços de eletricidade engloba tanto os aspectos inerentes ao serviço de fornecimento da energia elétrica, em si, quanto os procedimentos relativos ao atendimento dos clientes.

A CPFL é uma empresa que apresenta elevado nível de qualidade no fornecimento dos serviços de eletricidade. Tanto a Duração da Interrupção por Consumidor - DEC quanto a Frequência das Interrupções por Consumidor - FEC apresentaram, nessa década, uma tendência constante de melhoria. O primeiro índice, atualmente, situa-se numa faixa de duração de 8 à 9 horas por consumidor ao ano, enquanto o segundo índice tem oscilado, nos anos mais recentes, num intervalo de 6 à 7 interrupções por consumidor ao ano. (Tabela 6.4)

De acordo com a realidade brasileira, os números acima podem ser considerados excelentes; e resultam, em grande medida, de um longo e bem estruturado processo de aprendizado da companhia nessa área.

6.1.3.3 Capacitação Tecnológica e Esforço Cooperativo da Empresa

a) Direcionamento dos Investimentos Globais

As dificuldades financeiras que a CPFL enfrentou refletiu-se, fortemente, nos investimentos realizados; ainda que, nos últimos anos, tenha havido uma recuperação desses valores.⁹ O valor dos investimentos caiu, entre 1990 e 1993, de R\$ 126,8 milhões para R\$ 102,4 milhões, respectivamente, passando por R\$ 120,2, em 1991, e R\$ 117,5 milhões, em 1992. Entretanto, a partir de 1994, houve uma substancial elevação desses valores, quando os investimentos saltaram para R\$ 194,6 milhões. (Tabela 6.9)

Se forem comparadas as destinações dos investimentos ao longo desses anos, observa-se que houve uma grande mudança na composição estrutural. No período 1990/93, os “Serviços de Apoio e Auxiliares Gerais” absorveram uma média de 15,2% do total investido.

⁹ Provavelmente, como decorrência das modificações na política tarifária do setor, que passou a refletir os custos reais de cada concessionária.

Em 1994, entretanto, a participação desta rubrica saltou para 30,6%, elevando-se em termos relativos e absolutos. Da mesma forma, houve, em 1994, aumentos reais nos investimentos nos sistemas de distribuição e transmissão da companhia; ainda que estes, em termos relativos, tenham se reduzido, comparativamente ao total investido no período 1990/93. Os investimentos na geração de eletricidade, por outro lado, mostram que esta atividade perdeu importância na empresa, na medida em que houve uma queda, tanto relativa quanto absoluta, em relação às destinações desses investimentos.

Os números acima indicam que a CPFL, provavelmente, já a partir de 1994, tenha iniciado uma intensificação de esforços no sentido da modernização produtiva e organizacional, direcionando, para tal, expressiva parcela de recursos.

b) Orientação das Atividades de Projetos da Empresa

A realização de projetos, de forma isolada ou cooperativada, exerce grande influência sobre a capacitação tecnológica da CPFL, ao mesmo tempo que constitui-se num excelente indicador desse esforço de realização. Como os projetos cooperativos tendem a exercer muito mais influência sobre a dinamização produtiva da empresa, a companhia atua fortemente no sentido de fortalecer sua rede de relações institucionais, principalmente com as Universidades.

Principais Projetos e Agentes da Rede Empresarial

Os projetos desenvolvidos (ou em desenvolvimento) mais recentemente na CPFL orientam-se fortemente no sentido da modernização tecnológica e organizacional da empresa, enfatizando, por sua vez, muito mais as atividades inerentes ao sistema suporte, em detrimento do sistema elétrico. Esse procedimento, por outro lado, pode também estar refletindo as orientações relativas ao processo de reestruturação. Entretanto, é forte a percepção da introdução de inovações tecnológicas e organizacionais nas áreas da tecnologia da informação e da automação, como forma de dinamizar a organização das suas atividades internas, bem como suas relações com o mercado.

Em 1993/94 a CPFL concentrou seus projetos no sistema elétrico. De um total de 40 projetos realizados, 85,0% foram direcionados para esse sistema; enquanto os 15,0% restantes foram desenvolvidos para o atendimento das necessidades do sistema suporte. A

Diretoria de Distribuição foi o órgão responsável pela execução da maior parcela dos projetos: 32 relativos ao sistema elétrico e 2 ao sistema suporte. Os demais projetos foram implementados pela Diretoria de Operação.

Entretanto, os esforços mais recentes da empresa parece indicar na reversão desse quadro, na medida em que reorienta os novos projetos para a modernização do sistema suporte. Estão em andamento na CPFL em torno de 36 projetos, 13 dos quais relativos ao sistema elétrico e a grande maioria deles (23) voltados para o atendimento das necessidades do sistema suporte. Esses projetos envolvem, juntos, um montante aproximado de R\$ 83,8 milhões; sendo 77,8% desses recursos destinados aos projetos referentes ao sistema suporte.

Além das Diretorias de Distribuição e de Operação, a Diretoria de Administração, através, principalmente, do Departamento de Informática, participa fortemente em projetos de suporte. Os esforços desenvolvidos revelam-se, inclusive, como um importante indicador do avanço do nível de atualização tecnológica da empresa. Esta atualização, por sua vez, tem sido conduzida no sentido da implantação do processamento distribuído de dados, através da disseminação, em larga escala, de microcomputadores e periféricos. Muito embora a informatização não seja uma atividade fim na empresa, tornou-se, na atualidade, de extrema relevância, por permitir enorme agilidade nas gestões técnica e administrativa.¹⁰

Ainda que grande parcela desses esforços seja realizada internamente, com intensa participação do quadro técnico da empresa, a CPFL desenvolve com outros agentes sociais um grande esforço de cooperação, passado em revista adiante.

A Importância dos Projetos Cooperativos

A CPFL investiu, em 1994, pouco mais de US\$ 1 milhão na realização de Convênios e Acordos de Cooperação Técnica. Esse valor correspondeu a pouco mais que 0,5% dos investimentos globais da empresa. (Tabela 6.8) Esta orientação, voltada para os projetos cooperativos entre a empresa e os demais agentes do seu contexto de negócios, foi conduzida, basicamente, através da iniciativa das Diretorias de Operação e de Distribuição. A

¹⁰ Na elaboração de alguns projetos, a CPFL realiza atividades de desenvolvimento, adaptação e melhoramento do desempenho de produtos (ou processos produtivos), bem como algum tipo de pesquisa aplicada. No entanto, isso será abordado no próximo capítulo, quando serão analisadas as atividades de P&D no interior das empresas do setor.

primeira participou com 59,7% do total investido e a segunda desembolsou os 40,3% restantes.

Muito embora tenham sido realizados alguns convênios entre a empresa e os Institutos de Pesquisa (2 convênios), bem como com as empresas nacionais (1 convênio), a principal parcela (6 convênios) foi realizada com as Universidades. Essas, por sua vez, concentraram 99,6% da destinação dos recursos. Dessa forma, percebe-se, nesse aspecto, uma fraca integração entre a companhia e as demais empresas pertencentes a indústria da eletricidade, da região ou fora dela, nacionais ou estrangeiras. O mesmo pode ser dito em relação aos Institutos de Pesquisa, pouco priorizados nesse aspecto. Do CEPEL, por exemplo, principal instituto de pesquisa do setor, a empresa contratou, nos últimos 5 anos, serviços tecnológicos equivalente a apenas US\$ 74 mil.

Como resultado desse processo, a empresa estima que seus funcionários tenham publicado, nos últimos cinco anos, um total de 55 trabalhos técnicos, o que daria uma média de 11 trabalhos por ano ou, ainda, um pouco menos que 1 trabalho por mês.

Além disso, o esforço de capacitação realizado pelas Diretorias de Operação, Distribuição e Administrativa reflete-se no número de trabalhos técnicos elaborados. Do total, 40,0% foram publicados pela Diretoria de Distribuição, 38,1% pela Diretoria de Operações e 21,8% pela última, em particular pelo seu Departamento de Informática.

Tendo em vista o grande número de funcionários da CPFL que possuem nível superior (2.272 funcionários, ou seja, pouco acima de 32,5% da força de trabalho da companhia), bem como a amplitude dos trabalhos desenvolvidos por seus técnicos, o índice de difusão dos conhecimentos técnicos da companhia, através desse meio, pode, entretanto, ser considerado baixo. Em 1995, por exemplo, a empresa obteve uma média de publicações um pouco menor que 1 trabalho para cada grupo de 200 funcionários de nível superior.¹¹

Por outro lado, a elevada participação das publicações feitas pelo Departamento de Informática, inclusive no exterior, realça o enorme esforço realizado pela empresa nessa área, constituindo-se, ao mesmo tempo, num indicador do avanço no nível de atualização tecnológica.

¹¹ Muito embora não se esteja levando em conta nessa avaliação a qualidade das publicações que, acredita-se, seja de bom nível.

6.1.4 Reflexos da Política Estadual de Desestatização sobre a Empresa

A decisão do governo de São Paulo de privatizar a CPFL tem influenciado, sobretudo, a sua estratégia empresarial. Dessa forma, grande parte das suas ações administrativas são conduzidas, basicamente, segundo esta orientação. Com isso, já percebe-se, por exemplo, uma mudança de visão, por parte do corpo técnico-administrativo da empresa, que passa a dar ênfase ao mercado, como *locus* privilegiado. Nesse sentido, gerenciamento do mercado energético e ênfase ao *marketing* passaram à ser atividades destacadas, com a finalidade de dinamizar a comercialização dos produtos.

Tendo em vista essa nova postura empresarial, antes mesmo que a empresa fosse privatizada, para dar partida ao seu processo de planificação 1996/2000, a CPFL realizou diversos painéis visando, explicitamente, de um lado, ampliar o conhecimento do seu meio ambiente e, por outro, descentralizar o processo de planejamento da empresa, a nível de suas Regionais.¹² (CPFL, 1995) No entanto, essa proposta de descentralização administrativa pode ser entendida como movimentos no sentido do seu desmembramento, visando a privatização. Isto porque, o que está sendo realizado, de fato, é a divisão das Regionais em "unidades de negócios" (ou empresas distribuidoras). Dessa forma, num primeiro momento, objetiva-se, "uma melhor verificação dos custos e dos lucros" dessas novas unidades: "Sudeste - composta pela regional Campinas, onde está a sede; Nordeste - com as áreas de Baurú e São José do Rio Preto; e Noroeste - que une Ribeirão Preto e Araraquara." (USP, 1996)

Percebe-se, no entanto, pelo menos, mais quatro preocupações em relação aos propósitos da empresa no atual processo de planificação: i) buscar uma maior compreensão dos rumos das políticas econômicas estadual, do país e internacionais; ii) procurar um melhor entendimento à respeito do impacto das políticas precedentes sobre o desenvolvimento local e sobre as principais tendências do mercado energético; iii) analisar os aspectos sociais, ecológicos e da qualidade dos serviços prestados pela empresa; e, por último, iv) ouvir os clientes para uma possível avaliação dos serviços prestados. (Tabela 6.5)

Mesmo tendo em vista a amplitude dos temas analisados, o novo referencial privado explicita-se, também, no fato da empresa dar, por exemplo, pouquíssimo destaque em seus

¹² O Anexo 2 apresenta uma análise sucinta desses painéis.

painéis aos temas relativos aos aspectos sociais, ecológicos e da qualidade dos serviços, como pode ser evidenciado através de uma análise mais detida daqueles painéis. (Tabela 6.5)

Por outro lado, a divisão da CPFL em três empresas poderá ter as seguintes conseqüências. Em primeiro lugar, o seu enfraquecimento, no sentido de agir de forma integrada com o objetivo da qualificação dos seus fornecedores. Isso porque, uma vez descentralizadas, as ações estratégicas dessas empresas passarão à ser desenvolvidas por firmas diferentes e propósitos distinto, com menor poder de negociação e de influência sobre esses fornecedores. Além disso, e o que é mais importante, retira da empresa a possibilidade, ou mesmo a necessidade, de orientar-se no sentido de fomentar o desenvolvimento local, descaracterizando sua tradicional vocação estratégica.

Em segundo lugar, o fato, revelado na realização dos painéis, dos agentes do ambiente produtivo reconhecerem a importância da atuação da CPFL na região, está ligado, evidentemente, aos bons serviços prestados pela empresa aos seus clientes, ao longo dos anos. Nada garante, entretanto, a manutenção, no futuro, das melhorias em relação ao desempenho produtivo-organizacional por parte dos novos acionistas que passarão a controlar as novas empresas. Tarifa, por certo, é uma variável chave nesse processo, mas não a única.¹³ Nesse sentido, torna-se fundamental estabelecer amplas condições e critérios operacionais para que a estratégia perseguida pela empresa seja mantida pelos novos donos. Nesse sentido, tarifas adequadas, isto é, sem aumentos exorbitantes, garantia de fornecimento e melhoria contínua na qualidade dos serviços prestados são itens que exigirão uma constante vigilância por parte dos agentes econômicos do mercado, dos prefeitos municipais e dos órgãos reguladores do setor.

Em terceiro lugar, o fato da atitude estratégica da empresa, ao longo do seu processo de aprendizado em direção à modernização, ter estimulado o fortalecimento do vínculo com o sistema educacional local foi de extrema relevância. A manutenção, pela atual administração, do direcionamento de recursos financeiros para projetos de cooperação técnico-científica entre a CPFL e as Universidades é um bom indicador da importância, dada pela concessionária, a essa estratégia, uma vez que isso reflete-se favoravelmente sobre o seu

¹³ Cuidados especiais devem ser tomados à esse respeito, uma vez que, além dos aumentos de tarifa, tem sido comum, nos processos de privatização no setor elétrico de outros países, ganhos adicionais dos novos acionistas, através de medidas de redução dos custos de produção que não são repassados para os consumidores finais.

desempenho técnico e comercial. Por outro lado, é sabido a pouca ênfase que a iniciativa privada dá a esse tipo de relação. Esse fato, se não for bem equacionado no contexto do sistema de inovação do Estado de São Paulo, pode resultar em grandes perdas sistêmicas relativas ao aprendizado tecnológico, tanto por parte da empresa quanto das instituições de ensino e pesquisa.

Dessa forma, o cenário futuro visualizado para a CPFL é bastante preocupante. Isso porque, nada garante, pelo menos por enquanto, um desempenho superior a partir da divisão e venda das três unidades de negócios criadas. Pelo contrário, tudo aponta no sentido do enfraquecimento da empresa, na medida em que já vinha experimentando vigoroso processo de modernização, com reflexos bastantes positivos sobre o desempenho produtivo e sobre o meio ambiente local.

Entretanto, se adotar-se a hipótese da irreversibilidade do quadro institucional estabelecido, algumas medidas seriam fundamentais para, pelo menos, amenizar o impacto do processo de mudança em curso na empresa. Dentre outras, destacam-se: i) a imposição, no ato da concessão, de medidas de garantias de desempenho produtivo, estabelecendo metas de atendimento ao mercado e de melhorias na qualidade do fornecimento do serviço de energia elétrica; ii) estabelecer uma política industrial e tecnológica, levando em conta as especificidades locais, que contemple o setor e que fomente o estímulo para que haja uma ampliação da integração e da cooperação produtiva entre as novas empresas criadas e os diversos agentes do meio ambiente local, em particular o sistema educacional, em parcerias com as empresas nacionais e (se possível) as multinacionais; iii) fornecer subsídios para que os agentes do mercado (principalmente os consumidores atuais e potenciais de energia elétrica) se fortaleçam para atuarem como uma nova força, que haja no sentido de impulsionar a modernização industrial e tecnológica da empresa, em particular em direção à qualidade do fornecimento dos serviços prestados.

6.2 Centrais Elétricas do Norte do Brasil S. A.

6.2.1 Generalidades

A ELETRONORTE é a mais nova entre as concessionárias de energia elétrica controladas pela ELETROBRÁS. Esta, em 1995, detinha 98,8% das ações daquela. (ELETRICIDADE MODERNA, 1996)

A ELETRONORTE foi constituída em 20 de julho de 1973, ainda no ciclo dos governos militares, para atuar na Região Norte, quando a economia do país experimentava extraordinário crescimento econômico, no contexto da implementação dos projetos relativos ao I Plano Nacional de Desenvolvimento - PND.

Voltada no início para garantir o suprimento de energia elétrica para os pólos de Belém, Manaus, Porto Velho e Rio Branco, através da implantação de sistemas térmicos de geração, a ELETRONORTE, no âmbito de uma política de desconcentração industrial, proposta já no II PND, que reservou à Região Amazônia um espaço estratégico fundamental para sediar projetos minerais intensivos em eletricidade, reorientou-se para o aproveitamento do imenso potencial hidráulico da região amazônica.

Dessa forma, como as demais concessionárias federais de âmbito regional, passou a atuar no suprimento às concessionárias estaduais da região e (eventualmente) do Nordeste; Neste caso, por intermédio da CHESF. Por outro lado, distintamente das demais concessionárias federais geradoras, tornou-se importante distribuidora de eletricidade, não só para a cidade de Manaus mas, principalmente, para os grandes consumidores eletro-intensivos, voltados para a produção e exportação de alumínio - principalmente os complexos Albrás/Alunorte, no Pará, e Alcoa/Alumar, no Maranhão - que passaram a representar parcela significativa do seu mercado.

Como as demais empresas geradoras instaladas no país, a ELETRONORTE, além de capacitar-se para o fornecimento de eletricidade, empreendeu diversos estudos de inventário e de viabilidade econômica de aproveitamentos hidrelétricos; elaborou projetos de usinas térmicas e hidrelétricas e participou da construção desses empreendimentos. Além disso, a operação e a manutenção de sistemas elétricos passaram a se constituir em atividades centrais dessa companhia.

A região onde a ELETRONORTE atua caracteriza-se, entre outros aspectos, pela vasta extensão territorial (60,0% do território brasileiro), pela presença de grandes vazios demográficos e pela dificuldade de acesso às diversas localidades. Apenas essas características são suficientes para influenciar fortemente a concepção e a instalação dos sistemas elétricos de potência à serem instalados. As enormes distâncias entre os pontos de

suprimento requerem, por exemplo, consideráveis investimentos para a implantação de sistemas elétricos, que nem sempre poderão ser construídos e operados de forma otimizada.

A Amazônia, além disso, é muito rica em recursos naturais e energéticos. Esta riqueza, evidentemente, que teve o auge inicial de exploração no Ciclo da Borracha, no decorrer do século XIX, passou a conferir-lhe, já naquele período, uma situação “privilegiada” no que diz respeito à possibilidade de exploração econômica, colocando-a como um espaço regional estratégico de extrema importância para as finalidades do desenvolvimento brasileiro; na década de 70, revelaram-se novas e revigoradas iniciativas de inserção da Amazônia nos interesses de desenvolvimento do país.

Por outro lado, a emergência das questões ambientais, colocou a Amazônia, “definitivamente no foco de interesse de todos”, (CARTAXO, 1996) ensejando enormes desafios para a ELETRONORTE, tendo em vista que a inserção de atuais e dos próximos projetos de desenvolvimento sócio-econômico (seja de interesse local, nacional ou internacional), exigindo novos parâmetros de avaliação (técnicos, econômicos, financeiros, sociais e ambientais), que privilegiem a sustentação do equilíbrio do valioso patrimônio representado pela biodiversidade regional.

Em relação aos projetos de sistemas elétricos, caso a opção estratégica para a região seja pela geração centralizada de energia elétrica, serão enormes os desafios tecnológicos à serem vencidos, em particular no tocante às questões ambientais e sociais envolvidas nesses projetos. Além disso, aspectos tecnológicos relativos à transmissão de eletricidade à longas distâncias, num ambiente bastante singular, deverão ser considerados com significativa acuidade.

Mais recentemente, no entanto, a sociedade vem se posicionando a favor do confronto entre essa e outras alternativas de fornecimento, com reais possibilidades de sucesso, face, principalmente, à disponibilidade *in loco* de fontes energéticas (renováveis e de origem fóssil). Nesse ponto, um esforço adicional deverá ser feito no que diz respeito a tornar viável algumas tecnologias ainda em estágio de desenvolvimento, bem como estabelecer sistemas descentralizados de gestão desses complexos energéticos. Soma-se à esses aspectos, os interesses envolvidos na expansão do uso dos sistemas térmicos de geração, a partir da implantação e da absorção de conhecimentos relativos às novas tecnologias, principalmente

com base no gás natural. Além disso, a importação de eletricidade vem tornando-se um fato quase consumado. Exemplo disso, é o recente contrato assinado entre o Brasil e a Venezuela para importação de energia elétrica gerada na Usina de Guri, visando o atendimento de alguns estados da Região Norte.

Tais cenários, evidentemente, deverão ser conformados tendo em vista a efetiva emergência da questão ecológica, que coloca grandes desafios para a região, bem como as novas exigências em relação ao fornecimento de eletricidade, com base em novos critérios de qualidade dos serviços e de melhoria da produtividade empresarial.

6.2.2 Quadro Atual e Perspectivas da Empresa

A ELETRONORTE, embora voltada para gerar e transmitir grandes blocos de energia elétrica para os principais centros de consumo da Região Norte, constitui-se, também, numa importante distribuidora. Devido, de um lado, a carência de eletricidade de grande parte dos Estados da Região Norte, em decorrência da ausência de investimentos da empresa e, de outro, os novos condicionantes institucionais, tecnológicos, ambientais e sociais do setor, a empresa vem procurando redefinir seu modo de atuação.

A ELETRONORTE possuía em 1994¹⁴ 5.404 funcionários. Entre esses, predominavam profissionais de nível médio. Os de primeiro e segundo graus, somados, totalizavam, nesse ano, 46,6% da mão-de-obra. Por outro lado, é extremamente baixa a presença de pessoal de formação técnica (8,9%). Além disso, é bastante reduzido o número de pós-graduados (0,5%). Os graduados, entretanto, são um pouco mais representativos, alcançando próximo de 22,0% do total.

Dessa forma, face à dimensão dos desafios assumidos pela ELETRONORTE, e tendo em vista a situação do nível de formação dos seus empregados, torna-se fundamental uma concentração de esforços no sentido da capacitação do seu quadro de pessoal; tanto dos profissionais de nível superior, em direção à pós-graduação, quanto os de nível médio, no sentido da formação mais especializada tecnicamente.

A ELETRONORTE, no entanto, apresenta uma expressiva taxa de crescimento da capacidade instalada de geração de energia elétrica. Desde o início de sua atuação, o seu

¹⁴ As informações obtidas sobre o nível de qualificação do quadro de pessoal da ELETRONORTE não foram suficientes para a realização de uma análise dinâmica dessa situação.

mercado consumidor passou a experimentar acelerado crescimento. Em função disso, entre 1975 e 1995, a sua capacidade de geração cresceu, em média, 27,6% a.a., passando de, respectivamente, 42 para 5.487 MW instalados. 79,4% dessa capacidade está voltada para o atendimento do sistema interligado Norte/Nordeste; enquanto os restantes 20,6% atendem aos sistemas isolados da Região Norte. Esses, por sua vez, representam acima de 65,0% da capacidade de geração dos sistemas isolados do país, diferenciando a empresa no plano nacional, em relação à esse aspecto. (Tabela 6.11)

Ainda que em 1995 o faturamento da ELETRONORTE (US\$ 594 milhões, ou seja, aproximadamente 1,2% do faturamento de setor) (ELETRICIDADE MODERNA, 1996) tenha sido expressivo, os resultados financeiros da empresa não foram satisfatórios, na medida em que apresentou um lucro líquido negativo de R\$ 462,4 milhões. Além disso, as dívidas financeiras, nesse ano, ainda foram elevadas, isto é, pouco acima de R\$ 1,5 milhão. A empresa, entretanto, possui um grande patrimônio líquido, avaliado em, aproximadamente, R\$ 10,6 bilhões. (GAZETA MERCANTIL, 1996)

Os investimentos da ELETRONORTE na expansão do sistema elétrico envolveu, no período compreendido entre 1990 e 1994, o montante de US\$ 653,36 milhões, ou seja, uma média aproximada de R\$ 130,6 milhões anuais. (Tabela 6.10) Como a companhia também distribui energia elétrica, parcela desses investimentos (7,1%) foi direcionada para essa finalidade. No entanto, a principal destinação dos recursos foi, sem dúvida, para o sistema gerador (59,8%), seguido da transmissão (33,1%).

Os investimentos na geração, até o presente, serviram para consolidar o predomínio da produção hidrelétrica no conjunto da empresa, que hoje representa 85,7% da capacidade total de geração. Parcela substancial dessa capacidade (pouco acima de 79,0%) está direcionada para o atendimento do sistema interligado Norte/Nordeste. (Tabela 6.11) Nesse, a capacidade de geração hidrelétrica alcança acima de 97,0%; enquanto a geração termelétrica participa com apenas 3,0%.

Por outro lado, nos sistemas isolados a termelétrica é mais representativa, ao participar com, aproximadamente, 60,0% da capacidade. Nesses, os grupos diesel se destacam, ao participarem com aproximadamente 64,0% da capacidade de produção do segmento térmico (Tabela 6.13); seguidos da geração a óleo combustível. (Tabelas 6.12 e

6.13) Esses sistemas estão voltados, principalmente, para o atendimento de Manaus, Macapá, Boa Vista, Rio Branco e Porto Velho. Os sistemas de Manaus e de Porto Velho, entretanto, constituem-se nos mais representativos, pois totalizam 74,7% da capacidade de geração; Manaus, isoladamente, representa pouco mais que 52,0% dessa capacidade.

Entre as 16 usinas operadas pela ELETRONORTE, apenas três atuam no sistema interligado Norte/Nordeste. (Tabela 6.13) Entretanto, concentram a principal parcela da capacidade de geração da empresa. A hidrelétrica Tucuruí, com 4.200 MW de capacidade, localizada no rio Tocantins, no Pará, constitui-se, sem dúvida, na principal delas.

Por outro lado, a hidrelétrica Balbina, com 174 MW, localizada no rio Jamarí, Estado do Amazonas (que supre o pólo industrial de Manaus) e a termelétrica Mauá, com capacidade de 132 MW, que funciona utilizando óleo combustível, constituem-se nas principais usinas do sistema isolado da empresa.

Muito embora o projeto de expansão previsto para os sistemas de geração de energia elétrica da ELETRONORTE, no horizonte de 1996/2005, visando o atendimento das principais capitais onde atua, seja a implantação da segunda fase da UHE Tucuruí, que adicionará ao sistema interligado das Regiões Norte/Nordeste, até janeiro de 2003, mais 2.450 MW de capacidade instalada, (Tabela 6.14) a empresa deverá desenvolver um significativo esforço emergencial visando a expansão dos sistemas isolados dessas capitais.

Provavelmente, o principal aspecto ligado à expansão dos sistemas de geração será o planejamento da adoção, em larga escala, do gás natural como fonte geradora. As expansões totais na capacidade de geração dos sistemas isolados das capitais somarão, no ano 2005, 1.720 MW. Desses, pelo menos 69,0% correspondem à expansões tendo em vista o uso deste energético na geração. Apenas nas capitais, a ELETRONORTE, até 2005, programa investimentos de aproximadamente R\$ 658 milhões. Somados aos investimentos relativos à segunda etapa da UHE Tucuruí (em média R\$ 2,7 bilhões)¹⁵, o total dos investimentos da empresa na geração, nesse horizonte de planejamento, alcançaria, aproximadamente, R\$ 3,35 bilhões.

¹⁵ Estimado com base no custo total da usina, ou seja, US\$ 2.265,4 bilhões (preço de dez/94 - US\$ 1.00=R\$ 1,19). (ELETROBRÁS, 1996, p. 91)

O sistema de transmissão da ELETRONORTE possui uma extensão aproximada 6.048 km de redes e uma potência instalada em subestações de 15.119 MVA. (ELETRICIDADE MODERNA, 1996) Muito embora seja um sistema de grande dimensão, não satisfaz as necessidades locais, principalmente em relação ao fornecimento de energia elétrica para pequenas comunidades. Nesse sentido, também é grande o esforço que ainda deverá ser empreendido pela empresa para adequar esse sistema para o atendimento de pequenas cargas isoladas.

A ELETRONORTE, entre 1996 e 2000, programa investimentos no sistema de transmissão da ordem de R\$ 584,4 milhões; sendo, aproximadamente, 51,0% referentes à expansão dos sistemas interligados e 49,0% dos sistemas isolados.

No sistema interligado Sudeste/Centro-Oeste, a empresa passará a suprir de eletricidade o Estado do Mato Grosso. Dessa forma, até o ano 2.000, deverá expandir a rede para esse Estado, implantando 667 km de linhas, em 230 kV, e uma capacidade instalada de subestações equivalente a 987 MVA. Em 2001, mais 415 km serão adicionados para o atendimento daquela região, totalizando, nesse horizonte de planejamento, 1.082 km de extensão de rede.

Por outro lado, os grandes blocos de energia que suprem o sistema interligado Norte/Nordeste, provenientes da UHE Tucuruí, serão deslocados através da expansão dos circuitos de 500 e 230 kV. Até 2000, serão implantados 689 km de linhas e 2.265 MVA de capacidade em subestações. Esses projetos necessitarão de investimentos da ordem de R\$ 208,9 milhões. Até 2005, mais 1.007 km de linhas e 4.626 MVA de subestações estão previstos para serem instalados.

Para o atendimento, até 2005, das necessidades dos sistemas isolados, a empresa implantará 2.534 km de linhas, sendo 1.457 km até 2000, nas tensões de 230, 138 e 69 kV, e subestações equivalentes a 5.664 MVA; e 1.077 km nas tensões de 230, 138, 69 e 34 kV. A parcela dos investimentos necessários à expansão da transmissão desses sistemas, no período 1996/2000, está estimada em R\$ 285,8 milhões.

Em 1995, a ELETRONORTE possuía uma rede de distribuição do tipo radial aéreo com 4.085 km de extensão e contava com 5.180 transformadores, totalizando uma potência instalada de 1.840 MVA. Através dessa rede (e da distribuição direta com tensões de

transmissão mais elevadas, visando o fornecimento à consumidores industriais selecionados) a empresa atendeu a 281.100 consumidores, sendo 90,7% deles residenciais, 8,3% do ramo do comércio, 0,8% indústrias e alguns poucos consumidores da área rural. (ELETRICIDADE MODERNA, 1996) Ainda que os consumidores residenciais sejam a grande maioria, a empresa tem nos produtores de alumínio da região e nas empresas pertencentes à Zona Franca de Manaus a principal parcela do mercado.

A ELETRONORTE pretende investir na expansão do sistema de distribuição, até o ano 2.000, o equivalente a R\$ 105,3 milhões.

Por outro lado, a expansão prevista para o sistema de potência da ELETRONORTE está se dando num novo contexto institucional, alterando as normas e os procedimentos operativos da empresa e colocando novas questões sobre o desenvolvimento futuro das suas atividades.

6.2.3 Desempenho Produtivo

A ELETRONORTE, nos últimos 15 anos, foi a geradora federal que apresentou o maior crescimento. Entre 1982 e 1995, o seu sistema gerador experimentou uma evolução média anual de 17,0 %.¹⁶

A estrutura técnica da empresa passou a orientar-se fortemente para o uso da água, integrando-se ao sistema interligado Norte-Nordeste (Tabela 6.15). Ainda assim, face às características e ao grande número de sistemas isolados atendidos, a ELETRONORTE faz largo uso de derivados de petróleo na geração.

O setor industrial constitui-se no principal mercado da concessionária. Em 1982, por exemplo, este setor representava 21,3% do mercado de eletricidade da empresa; dez anos depois, já somava 91,0%. (Tabela 6.16) Esse crescimento da demanda industrial foi extremamente influenciado pela presença dos grandes consumidores industriais na região. A importância desses consumidores evidencia-se, dentre outros fatores, pelo fato do mercado industrial da empresa caracterizar-se por um elevado consumo médio (Gráfico 6.10) que, ao longo desses anos, cresceu de forma acentuada, a partir de patamares já bastantes elevados.

¹⁶ A CHESF, que é a empresa que mais se aproxima da ELETRONORTE em relação à expansão da capacidade de geração, experimentou, nesse período, uma dinâmica média de crescimento de 3,7% a.a. (Tabela 6.15)

A ELETRONORTE, na realidade, é uma geradora atípica, na medida em que também distribui eletricidade. A parcela referente ao suprimento às concessionárias (municipais, estaduais ou federais) da Região Norte (ou fora dessa) reduziu-se, em relação às vendas totais, de 64,4%, em 1982, para, tão somente, 36,7%, em 1992. Fato que demonstra a importância que passou a assumir a entrega direta de energia pela companhia.

O desempenho das vendas de energia elétrica da empresa, apoiado pela expansão do parque gerador, cresceu substancialmente. De 2,65 mil GWh comercializados pela ELETRONORTE, em 1982, as vendas elevaram-se para 20,3 mil GWh, em 1992, representando, nesses anos, um aumento substancial de, aproximadamente, 776,0%.

O número total de consumidores da empresa também foi permanentemente crescente, entre 1982 e 1992 (Gráfico 6.11), tanto os residenciais (Gráfico 6.12) quanto os industriais (Gráfico 6.13).

Muito embora entre 1988 e 1989 tenha havido uma forte deterioração nos índices relativos ao número de consumidores por empregado (Gráfico 6.14) e da quantidade de energia vendida por empregado (Gráfico 6.15), a partir desse período a ELETRONORTE parece ter retomado o desempenho anterior. A deterioração ocorrida, na realidade, foi reflexo da brusca elevação do número de empregados da empresa, em 1989 (Gráfico 6.16). Fato que parece ter decorrido de algum tipo de rearranjo administrativo na esfera do setor público, com implicações sobre os números da companhia.

Gráfico 6.10 - Consumo Médio Industrial

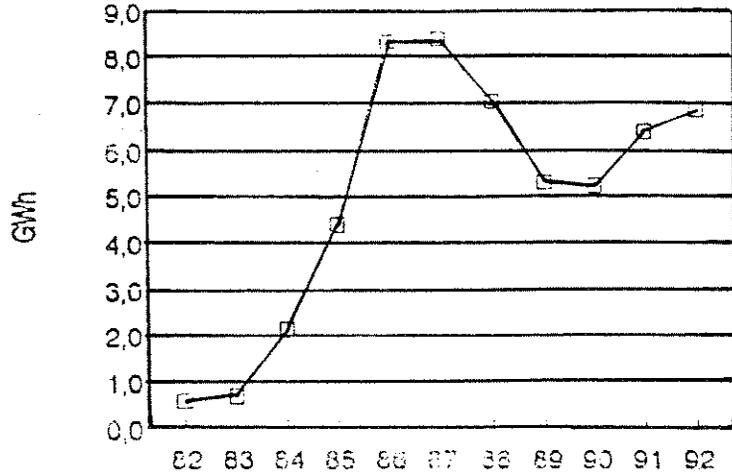


Gráfico 6.11 - Número Total de Consumidores

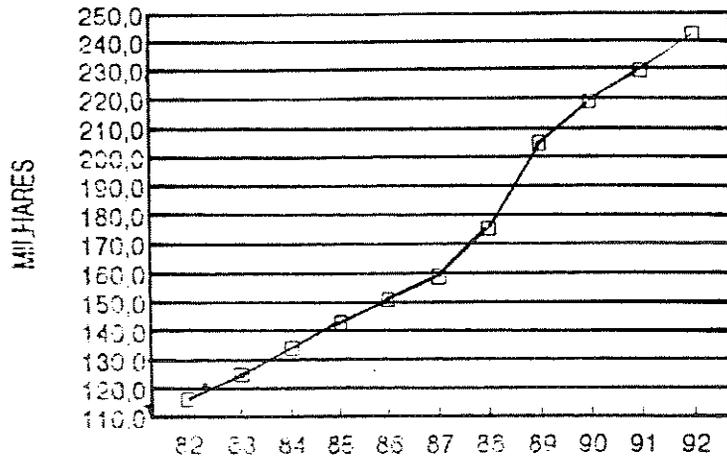


Gráfico 6.12 - Número de Consumidores Residenciais

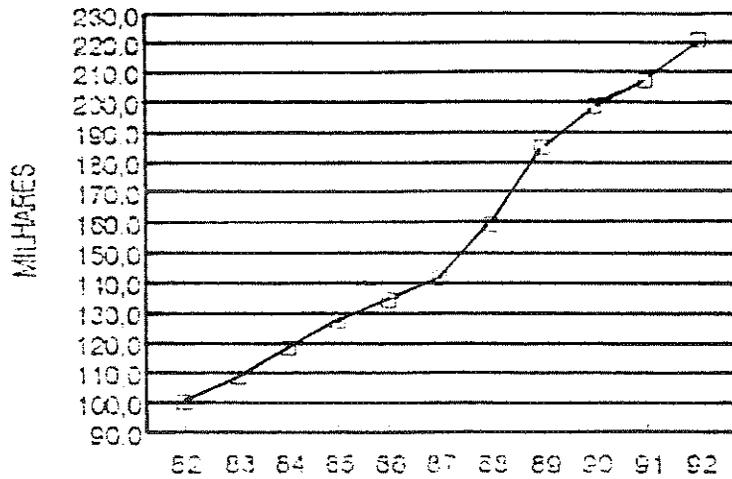


Gráfico 6.13 - Número de Consumidores Industriais

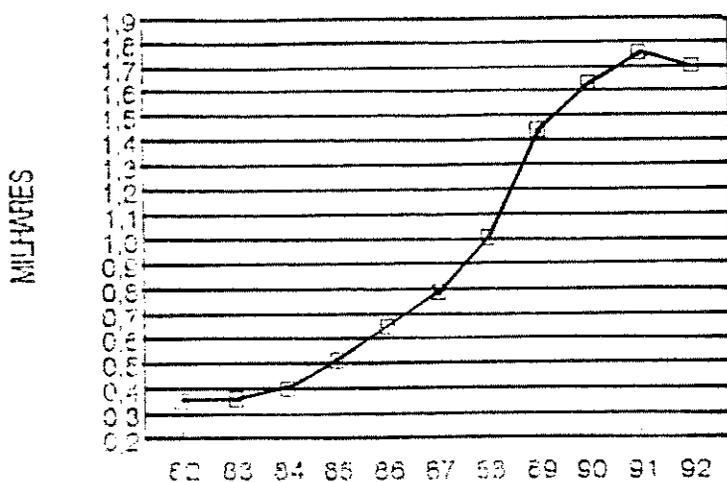


Gráfico 6.14 - Número de Consumidores por Emprego

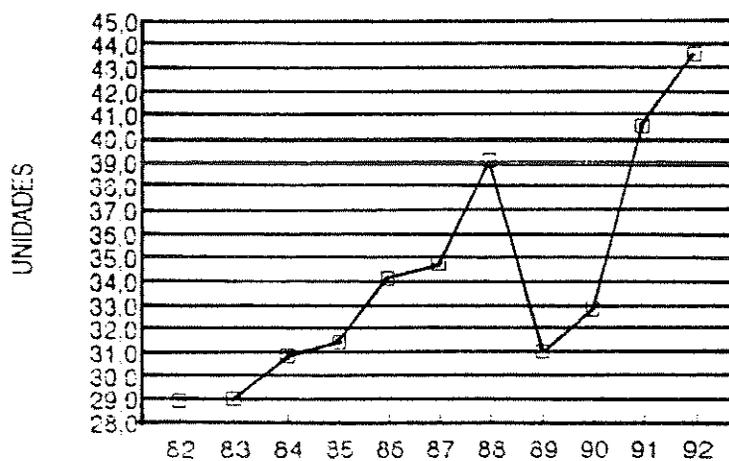


Gráfico 6.15 - Energia Vendida por Empregado

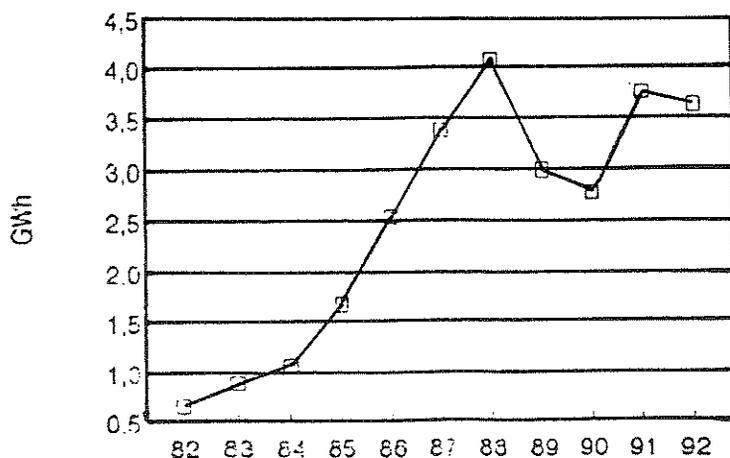


Gráfico 6.16 - Número de Empregados

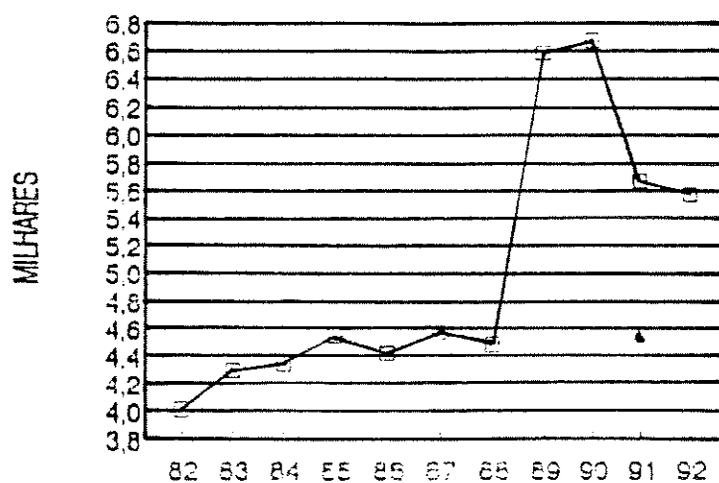
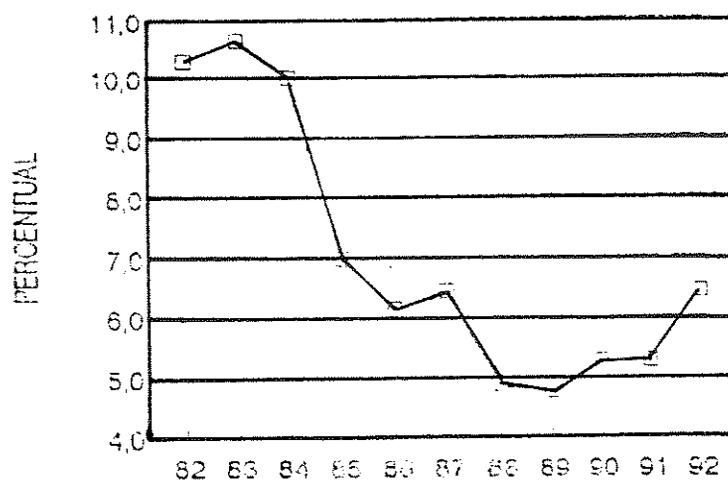


Gráfico 6.17 - Evolução das Perdas Totais



FONTE: (ELETROBRAS, 1993d)

As perdas no transporte (transmissão e distribuição) de energia elétrica nos sistemas de potência da ELETRONORTE experimentaram uma acentuada queda, desde o início dos anos 80. No entanto, mais recentemente, voltaram a se elevar. Possivelmente, isso tenha ocorrido pelo fato da empresa, por um lado, não ter investido adequadamente nesses sistemas nos últimos anos e, por outro, devido a um crescimento das perdas comerciais de eletricidade, face às dificuldades econômicas e financeiras do país.

De um nível médio que variou entre 10,0 e 11,0%, no período 1981/83, as perdas caíram para pouco menos de 5,0%, em 1989. Entretanto, a partir desse ano, voltaram a crescer, atingindo próximo de 7,0%, em 1992. (Gráfico 6.17) Os números mais recentes relativos ao comportamento das perdas da companhia revelam uma elevação de pouco mais de 1 milhão de MWh, em 1990, para próximo de 1,6 milhão de MWh, em 1994. Nesse período, a empresa deixou de faturar o equivalente a US\$ 246,2 milhões. (Tabela 6.15)

Embora as perdas na distribuição sejam bastante inferiores às de transmissão, o primeiro tipo tem apresentado um crescimento relativo superior ao segundo. Em 1990, por exemplo, as perdas (técnicas e comerciais) no sistema de distribuição representaram 22,1% do total. Em 1994, essas perdas evoluíram para 28,7%. Se essa relação for considerada em valor, os números são ainda mais representativos, na medida em que, em 1994, totalizaram próximo de 49,0% dos recursos que deixaram de ser arrecadados pela empresa. Destaca-se que tanto as perdas técnicas quanto as comerciais tem apresentado elevações. No entanto, essas últimas, mais recentemente, tem crescido com maior intensidade. De 11,6% do total, em 1990, as perdas comerciais passaram a representar acima de 14,0%, em 1994. Essas, por sua vez, referem-se totalmente à energia elétrica perdida no sistema de distribuição da empresa.

Por outro lado, as perdas técnicas, tanto do sistema de transmissão quanto de distribuição, foram, da mesma forma, bastante elevadas. Na transmissão, subiram, em valores absolutos, de 790 GWh, em 1990, para 1.689 GWh, em 1994; no entanto, em valores relativos, houve uma redução de 88,1% para 83,1%, respectivamente.

Dessa forma, percebe-se a necessidade da ELETRONORTE de reduzir as perdas técnicas na transmissão e na distribuição de energia elétrica. Esse esforço, entretanto, deve

ser acompanhado de uma gestão administrativa que conduza à diminuição, principalmente, das perdas comerciais no sistema de distribuição.

Se, por um lado, a ELETRONORTE efetivou um rápido crescimento do parque gerador, revelando um excelente desempenho empresarial, por outro, deixou a desejar na montagem e organização de um eficiente sistema elétrico que pudesse atender, de forma homogênea, os espaços regionais sob sua responsabilidade. Exemplos disso são os sistemas isolados da Região Norte, carentes de um atendimento, pelo menos razoável, no tocante ao fornecimento de energia elétrica. Evidentemente, não cabe só a ELETRONORTE a culpa desses desvios, uma vez que aos diversos Estados da região também caberiam ações incisivas e coordenadas nessa área. Entretanto, é real o fato da empresa ter concentrado-se, muito mais, no atendimento dos grandes consumidores. Dessa forma, além da disposição política, faltou-lhe uma certa vocação específica para a aquisição de uma especialização produtiva para lidar com aspectos peculiares inerentes aos pequenos sistemas de potência, adequados às diversas localidades daquela Região.

O contexto atual, por sua vez, requer uma ação muito mais ampla da empresa no sentido da sua modernização tecnológica, visando melhorar seu desempenho produtivo e, conseqüentemente, suas relações com o meio ambiente interno e externo à empresa.

A tentativa da ELETRONORTE de adequar-se à esse novo ambiente produtivo será abordado adiante.

6.2.4 Estratégia Empresarial

6.2.4.1 Razões para um Enfoque Estratégico

Na atualidade, a ELETRONORTE busca uma nova forma de atuação empresarial que combine estratégia de fornecimento de energia elétrica com desenvolvimento sócio-econômico harmonioso da Região Norte.

A concepção estratégica deve envolver, principalmente, a garantia de um amplo fornecimento de energia elétrica, sem privilégios, para os diversos grupos econômicos e sociais da região, aliado à adoção de formas de produção que reorientem as ações empreendidas pela empresa, em particular, em relação ao meio ambiente. Isso, contudo, não

se faz sem uma postura empresarial articulada aos diversos agentes locais interessados na causa do desenvolvimento.

Essa nova forma de atuação, por sua vez, exige uma reformulação na abordagem dos diversos aspectos referentes ao planejamento das ações organizacionais e tecnológicas da empresa.

Mas o que, de fato, teria levado a ELETRONORTE a agir dessa forma? Pelo menos quatro eventos parecem ter influenciado fortemente a estratégia de fornecimento de energia elétrica da companhia: a oposição dos grupos ambientalistas, quanto à implantação das grandes hidrelétricas na Região Amazônica; a falta de recursos financeiros que viabilizem as futuras expansões do sistema elétrico; a garantia de suprimento de outros energéticos, passíveis de utilização na geração, principalmente o gás natural; e, por fim, a necessidade de assimilação de novas tecnologias, em particular nas áreas de geração e transmissão de energia elétrica.

As reivindicações sociais, visando disciplinar, ou mesmo inibir a construção indiscriminada das grandes hidrelétricas na região é, talvez, o principal fator catalisador da reorientação da forma de atuação da empresa. Essas reivindicações acabaram, também, influenciando os organismos internacionais de financiamento, que passaram a impor critérios mais rígidos de proteção ao meio ambiente, visando a liberação de recursos para os novos projetos à serem financiados.¹⁷ Além disso, o país avançou sobremodo na legislação ambiental, organizando instituições fiscalizadoras, com forte poder de intervenção sobre os projetos, até mesmo embargando-os, se for necessário. Esses novos condicionantes vem exigindo uma ação mais coordenada da empresa no sentido de mudar o quadro que, até então, se desenvolvia. Nesse aspecto, passou a adequar a implantação dos sistemas de

¹⁷ “As condicionalidades impostas pelas agências de financiamento, tal como o Banco Mundial, constituíram um importante ponto para desencadear a incorporação de preocupações ambientais na elaboração e execução de projetos de energia. Por sua vez, o Banco Mundial foi obrigado a integrar considerações sobre ecologia em suas atividades de financiamento para, de um lado, responder às pressões das organizações de proteção ao meio ambiente e, por outro lado, para tentar minimizar os impactos ambientais causados pelos diversos projetos por ele financiados. No que diz respeito ao financiamento do setor energético, o Banco Mundial dispunha de uma lista enorme de projetos realizados cujos impactos ambientais foram exaustivamente denunciados pelas Organizações Não-governamentais.” (PIRES DO RIO, 1996, p. 733)

potência aos novos (e mais rígidos) critérios estabelecidos pelos órgãos que atualmente cuidam da regulamentação nessa área.¹⁸

Além dos problemas ambientais e sociais, que no processo de resolução, evidentemente, geram custos adicionais, a ELETRONORTE, como grande parte das empresas do setor, enfrentam uma grave crise de financiamento. Dessa forma, ações devem ser conduzidas objetivando formalizar parcerias com a iniciativa privada, visando viabilizar investimentos produtivos, principalmente na geração de energia elétrica.

Depois, a questão da garantia do suprimento de gás natural também passou a assumir extrema relevância para a empresa, na medida em que a carência no abastecimento de eletricidade de algumas localidades (como, por exemplo, a cidade de Manaus), derivada da falta de investimentos, nos últimos anos, começou a exigir soluções emergenciais. O esforço de exploração de gás natural, que vem sendo realizado na região pela PETROBRÁS, visando o aproveitamento das reservas de Urucú/Juruá, no Amazonas, constitui-se num fato que contribui para acelerar o uso deste energético pelo setor elétrico.

Paralelamente, emergiram no mercado novas e mais eficientes tecnologias de geração que utilizam o gás natural como insumo. Exemplo disso são as turbinas a gás e as plantas de ciclo combinado. A possibilidade de utilização dessas tecnologias e, ainda, a necessidade de atendimento de diversas localidades isoladas, deram origem a preocupação da empresa em relação à assimilação de inovações tecnológicas na área da termoeletricidade. Além disso, outras tecnologias que utilizam energias renováveis como fontes de geração passaram a compor o leque das opções de investimento da empresa.

Para a ELETRONORTE lidar com esses novos aspectos, antes de tudo, deve empenhar-se na busca do equilíbrio econômico-financeiro. Para isso, além da prática de uma política tarifária compatível, a empresa deve voltar-se para a redefinição de novos procedimentos em seus negócios, em particular com seus fornecedores, forçando uma queda dos preços dos produtos e serviços comprados. Além disso, como já observado, os negócios tradicionais e àqueles ainda à serem criados deverão apoiar-se na formação de parcerias que viabilizem, em particular, as expansões da cadeia produtiva, à começar pela geração. Essas

¹⁸ É fundamental, entretanto, olhar de forma crítica as formas de submissão que são impostas pelos organismos internacionais para a liberação de empréstimos para investimentos no país, sob risco de perder-se o controle sobre determinadas decisões importantes, muitas vezes relacionadas à própria soberania nacional.

iniciativas, no momento, tornaram-se de extrema relevância, na medida em que, na ausência de recursos financeiros para os novos projetos, poderão ser de grande valia para a resolução dos problemas emergenciais relativos à insuficiência no fornecimento de energia elétrica para determinadas localidades.

Além disso, as atividades produtivas e comerciais da ELETRONORTE deverão estar em consonância com a melhoria da qualidade e da produtividade empresarial.

6.2.4.2 Principais Desafios Tecnológicos

Esse novo ambiente produtivo passou a exigir da empresa um posicionamento mais coordenado, visando transpor os enormes desafios colocados. Entre aqueles que envolverão uma maior necessidade de capacitação tecnológica dos recursos humanos, destacam-se os seguintes:

Na Geração: i) utilização de fontes alternativas de energia (principalmente as fontes eólica, solar e hidráulica) visando o atendimento das cidades mais isoladas. Nesse sentido, será necessário a instalação de estações de medição; ii) absorção de tecnologia das plantas a gás, com base no ciclo combinado, objetivando tornar mais eficiente a geração térmica de energia elétrica na Amazônia; iii) melhorias de custos e de qualidade através do desenvolvimento tecnológico voltado para as técnicas de “Concreto Compactado com Rolo” e para o emprego no “Concreto de Microsílica Compactada”.

Na Transmissão: i) interligação dos sistemas de transmissão da Amazônia, visando a otimização da operação dos sistemas; ii) desenvolvimento e aplicação de tecnologias que propiciem sistemas de transmissão de corrente alternada, objetivando a obtenção de menor custo por MVA transportado, tais como: Compensação em Série, Compensação Estática, Sistema de Controle Flexível - FACTS, Linhas de Potência Natural Elevada - LPNE e Estruturas Estaiadas. Para tais desenvolvimentos, será fundamental elevar a capacitação técnica visando a utilização desses sistemas, bem como desenvolver estudos de protótipos de novas estruturas para linhas de transmissão. Além disso, será necessário desenvolver ações de capacitação voltadas para a absorção tecnológica da “Transmissão em Corrente Contínua - CC”; iii) desenvolvimento de sistemas eficientes de atendimento à pequenas cargas, ao longo

das linhas de transmissão de Corrente Alternada - CA e CC.¹⁹ Objetiva-se, com isso, a obtenção de tecnologias que viabilizem o atendimento à pequenas comunidades instaladas próximas às linhas de transmissão e, paradoxalmente, não atendidas pelo sistema interligado.

No Consumo: i) implementar esforços para a implantação de processos eficientes de conservação de energia, em vários setores da economia regional.

Por outro lado, deve-se destacar, além dos esforços acima, as ações que deverão ser conduzidas em relação às atividades ambientais, bem como aquelas decorrentes da melhoria da qualidade dos serviços de energia elétrica prestados pela empresa.

A maioria dessas atividades, segundo a própria empresa, esbarra na insuficiência de recursos e na carência de mão-de-obra especializada que possa conduzir as tarefas de modo a gerar resultados satisfatórios.

6.2.4.3 Principais Ações em Curso na Empresa

Tais desafios vem requerendo da empresa a tomada de importantes decisões para dar maior eficácia ao seu planejamento, no sentido da formulação e da implementação de novos planos e projetos adequando aos novos condicionantes do setor.

Uma atitude preliminar foi investir no planejamento estratégico. Isso evidencia-se, dentre outros fatores, pela soma de recursos destinados pela empresa para essa atividade entre 1991 e 1994, ou seja, aproximadamente US\$ 2,76 milhões.

Uma outra decisão de natureza administrativa mais abrangente foi a da reorganização da estrutura organizacional da empresa, buscando agilizar a tomada de decisões.

Ação Organizacional de Natureza Ampla

A estruturação dos órgãos superiores da ELETRONORTE passou, em função das mudanças, a ser constituída da seguinte forma: Assembléia Geral de Acionistas (cujo membro principal é a ELETROBRÁS), Conselho Fiscal, Conselho de Administração,

¹⁹ “Uma ação concreta neste sentido é a utilização do sistema EOHGW - Energized Over Head Ground Wires - desde janeiro de 1996. Esta tecnologia se baseia na utilização do cabo guarda existente nas LT convencionais como cabo transmissor, com tensões compatíveis com as cargas a serem abastecidas. A primeira linha de transmissão a ser implementada com esta tecnologia foi a LT Samuel-Ji-Paraná, possibilitando uma economia de diesel no valor de US\$ 639.959,00 em dois meses.” (FILADELFO DOS SANTOS, 1996, p. 471)

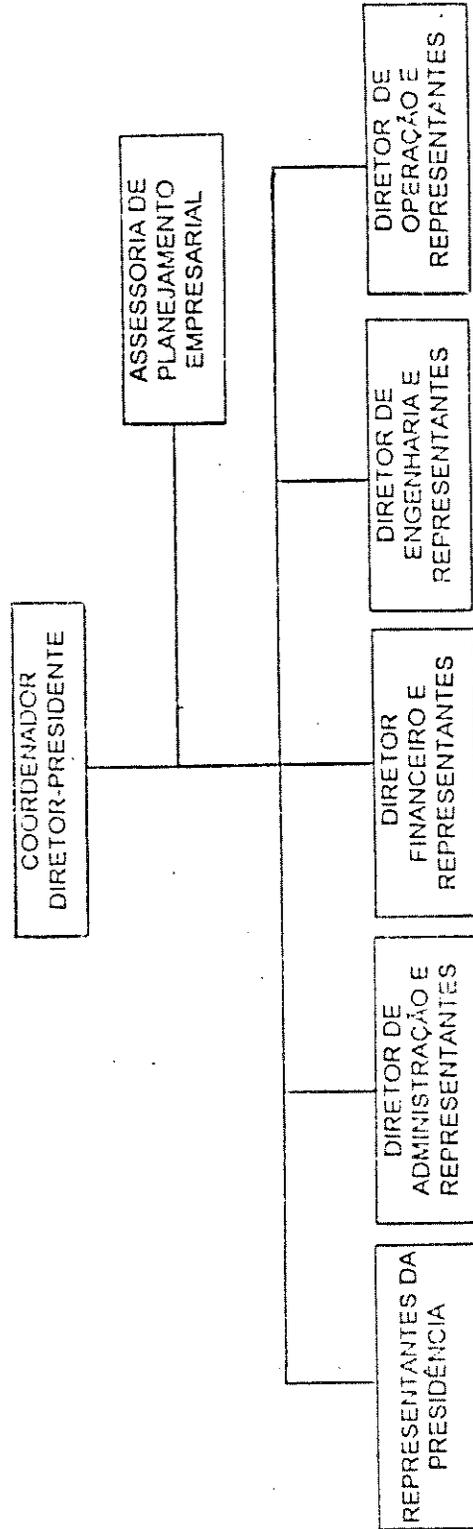
Diretoria Executiva, Presidência e mais quatro Diretorias - Administração, Financeira, de Engenharia e de Operação. (Figura 6.1) Ressalta-se o número reduzido de Diretorias, já como consequência de uma reorganização administrativa.

Em 1994, a ELETRONORTE formalizou, junto à estrutura organizacional, uma outra estrutura de suporte explícito ao planejamento empresarial. (ELETRONORTE, 1994) Esse posicionamento objetivou, em primeiro lugar, permitir que o processo de planificação fosse efetivamente participativo e integrador das áreas da empresa; depois, buscar comprometimento e representatividade nas decisões tomadas, além de possibilitar a implementação dessas decisões, desde a alta direção até as áreas executoras; e, finalmente, a necessidade de capacitar a organização para o desenvolvimento de atividades relativas ao próprio planejamento, face ao atual quadro de transformações.

Dessa forma, criou-se três organismos de suporte, visando a agilização da tomada de decisões estratégicas: o Comitê Superior de Planejamento - CSP, os Grupos-Tarefas - GT e a Assessoria de Planejamento Empresarial - APE. O CSP é, na atualidade, o principal organismo dessa estrutura, envolvendo, além da Presidência, quatro Diretorias. Vinte e sete pessoas, todas com nível superior, estão envolvidas nas atividades desse organismo, (Figura 6.2), com a finalidade de executar as seguintes tarefas: coordenar o processo de planejamento empresarial (buscando a uniformização e a integração entre os diversos planos e áreas da empresa), elaboração e atualização do Plano Estratégico da empresa; regulamentar e orientar a criação de GTs para o desenvolvimento de documentos específicos do processo de planejamento; aprovar os documentos resultantes do planejamento empresarial e os elaborados pelos GTs; e, por último, controlar, sistematicamente, a implementação das ações e metas previstas no planejamento.

Figura 6.19 - Estrutura Institucional de Planificação Estratégica

(Comitê Superior de Planejamento - CSP)



Os GTs foram organizados com o objetivo de desenvolver estudos de caráter empresarial ou documentos específicos relativos ao planejamento, com composição e prazos definidos pelo CSP. Este, além das funções anteriores, define as diretrizes específicas para cada GT, orientando e estabelecendo a linha básica para a elaboração dos documentos.

A APE é, basicamente, um organismo de assessoramento do CSP nos aspectos metodológicos ligados ao planejamento empresarial, apoiando-o, também, na execução desse processo. Além disso, tem como atribuições: acompanhar e avaliar os resultados do processo, informando-os ao CSP; desenvolver técnicas e métodos necessários à instrumentalização do planejamento da empresa; coordenar estudos específicos que subsidiem esse processo; divulgar os planos e os resultados obtidos em toda a empresa; e, por fim, exercer a Secretaria Executiva do CSP.

A partir da consolidação dessa estrutura organizacional, a ELETRONORTE passou a estabelecer planos e projetos específicos para a empresa.

Principais Planos, Programas e Projetos

O Plano Diretor de Educação - PDE, bem como a Capacitação de Recursos Humanos (RH), podem ser consideradas, do ponto de vista da mobilização de recursos financeiros e das repercussões no interior da empresa, as ações mais significativas em desenvolvimento. Além disso, as atividades relacionadas à gestão empresarial (envolvendo as áreas administrativa e econômico-financeira) apresentam grande relevo.

O PED é voltado para a valorização humana, tanto dos funcionários da ELETRONORTE quanto da população do seu ambiente externo. Este Plano, no período 1995/96, mobilizou recursos da ordem de, aproximadamente, R\$ 2,6 milhões. Suas ações são também conduzidas em consonância com a melhoria das condições de atendimento e de segurança na prestação dos serviços de energia elétrica, constituindo-se, talvez, no principal instrumento de mobilização empresarial.

Certamente, foi pensando nisso que a ELETRONORTE investiu fortemente na formação profissional da mão-de-obra. Entre 1991 e 1994, foram alocados próximo de US\$ 3,6 milhões com esse fim. Apenas em 1994, a empresa desembolsou pouco acima de US\$ 1,3 milhão, tendo elevado 166,7% esse investimento, em relação a 1991. Esse esforço reflete

a necessidade da melhoria da formação do quadro de pessoal, visando municiar-se para enfrentar novos desafios.

Com a capacitação de recursos humanos, estão previstos investimentos em torno de R\$ 2,6 milhões, entre 1995 e 1997. No período compreendido entre 1993 e 1994, a empresa contou com recursos da ordem de US\$ 187,5 mil para seus programas de capacitação tecnológica, apenas referentes à fontes nacionais de financiamento, tais como: FINEP, RHAIE e CNPq.

Voltados para os aspectos relativos à capacitação de mão-de-obra estariam, por exemplo, os projetos da empresa ligados ao meio ambiente. Os principais são: o Projeto PNUD, o Projeto Novos Sensores, Projeto CPA e a Estação Ecológica. O primeiro projeto envolve uma ação conjunta do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD e da ELETRONORTE com o objetivo de capacitar técnicos e organizar na empresa uma infra-estrutura de apoio às atividades ambientais.

O Projeto Novos Sensores, realizado em cooperação com o INPA, objetiva o desenvolvimento metodológico e a capacitação técnica nas atividades de sensoriamento remoto.

Com o MME, a empresa desenvolve ações visando a reestruturar os CPAs e com a Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia - SUDAM, a empresa prepara mão-de-obra objetivando a melhoria administrativa de sua Unidade de Conservação.

As atividades de gestão empresarial envolvem recursos da ordem de R\$ 1,9 milhão. Dentre essas atividades, destacam-se, pelo menos, três programas, principalmente por envolverem um esforço conjunto de toda a empresa: a implantação de um Modelo de Gestão por Processos, o Plano Diretor de Automação e Telecomunicações e o Programa de Qualidade e Produtividade - PQP. Este último, em andamento na empresa desde 1991. Além disso, é grande o esforço para introduzir tecnologias de informatização e de digitalização, como forma de elevar a eficácia das atividades técnicas e administrativas.

As atividades desenvolvidas nas áreas de automação e telecomunicações, por exemplo, visam dar maior agilidade ao processo decisório, em todos os níveis empresariais. Dessa forma, a ELETRONORTE trabalha intensamente fortemente no sentido de automatizar as

diversas instalações (inclusive a nível de ensaios laboratoriais). Além disso, empenha-se para implantar um “Sistema de Comunicação e de Teleconferência”. Essas inovações são fundamentais, pois podem melhorar o desempenho operacional da empresa e, conseqüentemente, reduzir os custos de produção.

Deriva dessas ações a necessidade da realização, por parte da empresa, de um esforço paralelo para absorver conhecimentos relacionados às “Fibras Óticas”. Isso, por sua vez, exige treinamento de pessoal nessa área. Uma outra questão fundamental, ligada ao processo de informatização e de automatização das instalações, é a das implicações sociais envolvidas nesse processo, constituindo-se num sério obstáculo à ser superado. Isto porque, se conduzido da forma convencional, levará, naturalmente, à aceleração do desemprego de mão-de-obra, gerando graves problemas sociais, exigindo da ELETRONORTE um comportamento que conduza à adoção de mecanismos de apoio à criação de empregos.

O objetivo do Programa de Qualidade é o de dotar a ELETRONORTE de condições técnicas e administrativas que assegurem sua sobrevivência no ambiente de competição esperado. Nesse sentido, atua em conjunto com a ELETROBRÁS, em particular no âmbito do Projeto NBR 19000, orientando-se para induzir os fornecedores a melhorarem a qualidade dos diversos produtos comercializados.

Nos últimos três anos, a empresa também intensificou esforços para ampliar a adoção de tecnologias de informação e digitalização. (Tabelas 6.17 e 6.18) As medidas adotadas elevaram a velocidade total de processamento de 16 MIP’S, em 1990, para 87 MIP’S, em 1995.

A ELETRONORTE possui dois CPDs, um em Brasília, na sua sede, e outro em Manaus, próximo à área de atuação da companhia. O CPD de Brasília é o principal deles, estando, inclusive, em forte processo de expansão, tanto no que se refere a velocidade quanto à capacidade de armazenamento das informações do computador IBM 3090-40J. Além desse computador, Brasília dispõe de 793 terminais instalados. Por outro lado, o CPD de Manaus não alterou a velocidade de processamento, que permaneceu na faixa dos 7 MPS’S. Este, por sua vez, para o processamento de informações, conta com um Mainframe IBM 4381-R14 e 151 terminais. Números, portanto, bastante inferiores aos de Brasília.

Além dos esforços mencionados anteriormente, a empresa redefine suas técnicas de planificação, objetivando aprimorar a utilização das metodologias e dos modelos de computação para planejamento energético. Nesse sentido, esmera-se, por exemplo, juntamente com a ELETROBRÁS, para definir critérios mais ajustados, no sentido de incorporar as variáveis sociais e ambientais naqueles instrumentos. Além disso, face à expansão térmica prevista, procura readequar os modelos de expansão dos sistemas de potência aos novos condicionantes impostos pelo redimensionamento técnico-econômico do parque hidro-térmico.

Os projetos da ELETRONORTE que possuem forte conteúdo nas atividades de engenharia encontram-se ou em fase de estudos de viabilidade econômico-financeira (caso das termelétricas para atendimento emergencial, em particular à Manaus/Macapá e Porto Velho) ou em negociação para formar parcerias que viabilizem a execução das obras (casos de determinadas UHEs já planejadas, tais como as Usinas Manso e Tucuruí).

A ELETRONORTE desenvolve um Banco de Dados sobre fontes energéticas na Amazônia, com o apoio do MCT/CNPq. Este projeto, realizado em cooperação com a SECTAM, a Universidade do Pará-UFPA, a SUDAM e a Companhia de Eletricidade do Pará, contempla um amplo levantamento do potencial das fontes alternativas de energia dessa região.

No passado, os esforços realizados pela ELETRONORTE nessa área, na realidade, não foram bem sucedidos. Provavelmente, devido, na época, ao pouco interesse da empresa no tocante ao desenvolvimento de novas formas de geração, além das já tradicionais. Com o apoio da Jaakko Poyry Engenharia e do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, por exemplo, a ELETRONORTE estudou e implantou projetos-piloto para a geração de energia elétrica através da biomassa florestal. De 1982 a 1987, foram montadas, nos canteiros de obras das hidrelétricas de Balbina e de Samuel, duas termelétricas a lenha de, respectivamente, 6 e 8,25 MW. Segundo a própria empresa, embora se tenha alcançado o domínio tecnológico do processo, a experiência mostrou-se de interesse limitado perante os impactos ambientais e, sobretudo, pelos custos de geração.

Além dessa experiência, de julho de 1988 à março de 1989, a ELETRONORTE, num projeto conjunto com a Flachglas Solar-Technik, da Alemanha, elaborou o "Estudo de

Identificação de Locais na Amazônia para a Instalação de Usinas Termosolares do Tipo SEGS”. Esse estudo utilizou-se de dados solarimétricos existentes na época. Os locais selecionados para um programa de medições foram: Boa Vista, no Estado de Roraima, e Chapada dos Guimarães, em Mato Grosso. Numa segunda etapa, implementou-se um Programa mais elaborado de medições nessas regiões, com vistas à instalação definitiva de Usinas Termosolares. Os resultados obtidos, entretanto, inviabilizaram a instalação desta tecnologia, devido a constatação de baixa radiação solar direta.

Mais recentemente (1993), entretanto, a empresa montou (e vem operando) 10 estações anemométricas na Região Amazônica, através de um projeto cooperativo envolvendo o CEPEL e a ELETROBRÁS, denominado “Rede Anemoceraunométrica da CPTA”.

Dessa forma, é provável que com essa articulação interna, envolvendo a *holding* e o órgão de pesquisa do setor, consiga-se chegar à resultados mais satisfatórios nessa e em outras áreas relativas ao desenvolvimento de tecnologias alternativas de geração.

c) *Conservação de Energia Elétrica*

No aspecto da conservação de energia, a ELETRONORTE tem procurado inserir-se no âmbito do Programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica - PROCEL. As iniciativas da empresa vão desde o esforço educacional dando relevo a importância permanente dessa prática, dentro e fora da empresa, até a realização de estudos de controle da otimização do consumo energético em prédios públicos, em particular os próprios prédios da companhia. Essas ações já resultaram no treinamento de 16 mil alunos na rede ensino de primeiro e segundo graus. Além disso, a companhia alcançou uma economia de eletricidade, nas suas próprias instalações, equivalentes a 1,4 GWh/ano. Soma-se o fato de ter desenvolvido práticas de auditorias, voltadas para diagnosticar potenciais energéticos de conservação.

Dessa forma, percebe-se que a partir da emergência de um novo contexto produtivo e comercial, onde a qualidade dos serviços, a melhoria da produtividade e as questões ecológicas tornaram-se temas relevantes no planejamento empresarial, a ELETRONORTE busca organizar-se visando adquirir competência técnica e organizacional relacionadas à esses temas. Esses fatos colocaram para a empresa o desafio de adotar novos procedimentos

de gestão voltados para dar maior eficácia e agilidade ao processo produtivo e organizacional.

Isso, de fato, vai requerer uma nova capacitação tecnológica da mão-de-obra, no sentido da absorção e da ampla difusão interna dos novos conhecimentos. Além disso, como as questões ecológicas, ao lado da melhoria da qualidade, assumiram importante dimensão político-técnica, o estabelecimento de um paradigma meio ambiente/qualidade poderia servir de guia da transformação da empresa, catalisando a organização e a orientação das demais ações técnicas, administrativas e organizacionais. Nesse sentido, a companhia deveria assumir o desafio de liderar um processo de inovação nessa área, gerando inúmeras oportunidades de novos negócios no interior de um amplo sistema de gestão tecnológica.

Um primeiro passo nesse sentido seria o fortalecimento da articulação da ELETRONORTE com as instituições de ensino, principalmente as Universidades e as Escolas Técnicas.

6.3 FURNAS Centrais Elétricas S.A.

FURNAS é uma concessionária pública, de âmbito regional, voltada para suprir de energia elétrica as Regiões Sudeste (São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Espírito Santos) e Centro-Oeste (Distrito Federal e Estado de Goiás) do Brasil.

Constitui-se, certamente, numa das mais importantes empresas de energia elétrica em atuação no país, cuja importância produtiva decorreu de um permanente esforço de aprendizado tecnológico. Esse processo de aprendizado pode ser resumido, basicamente, em quatro grandes áreas de atuação: planejamento setorial, construção de usinas hidrelétricas de elevada potência, projeto e construção de sistemas de transmissão e construção e operação de usinas nucleares.

Criada em 1957, com o objetivo de construir uma usina hidrelétrica do mesmo nome, FURNAS, ainda no início, passou também a estabelecer as ações primárias do setor relacionadas a planificação setorial, envolvendo as principais concessionárias de energia elétrica que atuavam na Região Sudeste (CEMIG, LIGHT, AMFORP, USELPA, CELUSA e CHERP). O objetivo era realizar os primeiros estudos mais abrangentes do suprimento energético desse espaço regional. Em 1963, face à experiência adquirida nesses trabalhos,

FURNAS passou a representar a ELETROBRÁS (recém criada) junto ao Comitê Coordenador de Estudos Energéticos da Região Centro-Sul, composto pelos representantes do Ministério das Minas e Energia - MME (seu criador), do Banco Mundial e dos principais estados da Região Sudeste.

Além das ações envolvidas no planejamento de âmbito setorial, FURNAS dedicava-se ao projeto e à construção de grandes usinas hidrelétricas.²⁰ Além dessas, incorporou no seu parque gerador importantes usinas termelétricas, fundamentais, durante longo período, para a complementação do sistema interligado regional. (Tabela 6.20) Face à inegável competência técnico-administrativa que FURNAS vinha demonstrando, a ELETROBRÁS, no início dos anos 70, delegou-lhe o desafio de organizar no país o projeto, a construção e a operação da vertente núcleo-elétrica, iniciado com Angra I.

A importância de FURNAS está também no fato de ser pioneira no estabelecimento das grandes interligações realizadas no território nacional. Essas interconexões tiveram início com as linhas de 345 kV, ligando Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro (na época, fundamental no sentido de debelar uma grave crise de oferta de eletricidade que assolava a região), continuou através da expansão do sistema regional, com a instalação de diversas linhas de elevadas tensões e consolidou-se a partir da construção de um dos maiores e mais sofisticados sistema de transmissão do mundo, que é o da Usina de ITAIPÚ, que inclui circuitos em corrente contínua de ± 600 kV.

Além de tudo, FURNAS foi designada pela ELETROBRÁS para organizar a montagem, no Rio de Janeiro, do CEPEL, principal centro de pesquisas de energia elétrica do país e da América Latina.

Diante de tantas atribuições e realizações, não é exagero considerar FURNAS como a mais importante concessionária de geração e transmissão de energia elétrica em atuação no país, constituindo-se num paradigma de excelência, na medida em que, ao longo de sua expansão produtiva e comercial, incorporou e gerou importantes inovações dinamizadoras e reestruturadoras da base tecnológica da indústria elétrica no Brasil.

²⁰ L. C. B. de Carvalho, Funil, Porto Colômbia, Mascarenhas de Moraes, Marimbondo.

6.3.1 Contexto Empresarial

FURNAS é uma concessionária predominantemente supridora de energia elétrica.²¹ A eletricidade comercializada é gerada pela própria empresa ou comprada de outras concessionárias e transportada através de sistema de transmissão próprio, quando, posteriormente, é repassada para as diversas empresas distribuidoras que atuam no seu mercado. Dessa forma, não constitui-se numa concessionária integrada tecnicamente, na medida em que não distribui eletricidade para os consumidores finais.

O Mercado

FURNAS atua numa das mais desenvolvidas áreas do país. Essa área comportava, em 1995, acima de 47,0% da população brasileira (73.340 habitantes), 68,0% do PIB nacional (US\$ 421,6 bilhões), 73,1% do produto industrial (US\$ 132,1 bilhões), 33,0% do produto agropecuário (US\$ 22,4 bilhões) e 71,9% do produto relativo ao setor de serviços (US\$ 267,1 bilhões). (FURNAS, 1996)

O consumo de eletricidade nessa região alcançou, nesse mesmo ano, aproximadamente, 156,9 TWh, ou seja, 59,3% do consumo total de eletricidade do país. FURNAS ocupava, em média, 68,5% desse mercado regional, na medida em que seu suprimento, em 1995, somou 107,5 TWh (próximo de 35,0% do consumo nacional). A parcela da energia elétrica efetivamente comercializada por FURNAS totalizou 85,0% desse suprimento, gerando para a empresa uma receita da ordem de US\$ 3 bilhões, ou seja, próximo de um quinto do valor do patrimônio líquido da companhia. As principais concessionárias supridas por FURNAS são, pela ordem quantitativa de importância: CESP, LIGHT, CEMIG, CERJ e ESCELSA. (FURNAS, 1996)

A maior parcela da energia elétrica comercializada por FURNAS provém de outras concessionárias. Os requerimentos totais da empresa elevaram-se de 89 TWh, em 1991, para 115 TWh, em 1995; a oferta própria, por outro lado, manteve-se estabilizada num patamar de

²¹ Entretanto, face à capacitação técnica e gerencial adquirida ao longo dos anos, FURNAS passou também a atuar na comercialização de serviços na área elétrica, principalmente para diversos países da América Latina, África e América Central, tais como projeto e construção de usinas hidrelétricas, implantação de sistemas de interconexão, modernização de sistemas elétricos, assessorias diversas, reestruturação de empresas de energia elétrica, programas de conservação de energia, etc..

33 TWh. Nesse último ano, por exemplo, enquanto a geração de energia elétrica representou 28,7% da Disponibilidade Bruta (DB)²², o repasse de eletricidade gerada por outras concessionárias foi equivalente a 71,3% da Disponibilidade. ITAIPÚ, sem dúvida, constituiu-se na principal fornecedora de FURNAS. Naquele ano, foram contabilizados 73,7 TWh provenientes daquela empresa, isto é, 63,9% da DB. No atual contexto, portanto, o preço das tarifas de compra de energia elétrica proveniente de ITAIPÚ bem como as próprias tarifas de fornecimento praticadas por FURNAS exercem grande influência nos resultados financeiros da companhia.

A Empresa

FURNAS possuía, em 1995, 7.094 funcionários efetivos.²³ Esses funcionários distribuíam-se entre 6 Diretorias, às quais vinculavam-se 22 Superintendências, 85 Departamentos e Assessorias e 220 Divisões e Órgãos Regionais. A maioria dos funcionários (63,8%), distribuíam-se pelos diversos Órgãos Regionais, enquanto os 36,2% restantes estavam lotados no Escritório Central da companhia.²⁴

A Diretoria de Produção e Comercialização de Energia Elétrica é, sem dúvida, a que comporta o maior número de empregados (41,3% do total), seguida das Diretorias de Administração e Suprimento (22,1%), Produção Termonuclear (17,2%), Planejamento, Engenharia e Construção (13,8%), Financeira (3,8%) e, por último, a Presidência (1,8%).²⁵

Quanto à distribuição dos empregados por grupos de cargos, verifica-se que um número bastante expressivo (33,0%) ocupa cargos de nível superior, 41,7% cargos técnicos e 25,3% funções administrativas. Muito embora tenha havido uma redução absoluta nos diversos tipos de cargos, a tendência mais marcante tem sido a diminuição dos cargos

²² O conceito de Disponibilidade Bruta de energia elétrica (DB) aqui empregado refere-se à soma entre a Disponibilidade Líquida (108.270 GWh), as Perdas e o Consumo Próprio de energia elétrica da empresa (7.041 GWh), relativos a 1995. (FURNAS, 1996, p. 3.1)

²³ Em 1982, FURNAS chegou a ter 9.337 empregados efetivos. (ELETROBRÁS, 1993d)

²⁴ Em 1985, entretanto, a parcela da mão-de-obra lotada no Escritório Central da empresa chegou a representar 43,9% do total de funcionários. Dessa forma, esse percentual vem sendo substancialmente reduzido. Este fato pode ser um indício de que FURNAS vem priorizando o desenvolvimento de suas atividades fins.

²⁵ Em 1985, FURNAS possuía 9.243 funcionários efetivos. Portanto, entre 1985 e 1995, foram perdidos 2.149 postos de trabalhos na companhia. Entre esses, a redução mais significativa ocorreu na Diretoria de Produção e Comercialização de Energia Elétrica, com a saída de 936 funcionários; seguida das Diretorias Financeira (367 funcionários), Administração e Suprimento (278 funcionários), Produção Termonuclear (243 funcionários), Presidência (219 funcionários) e a de Planejamento, Engenharia e Construção (106 funcionários).

administrativos. Esses, em 1991, por exemplo, representavam 30,8% da estrutura. (Tabela 6.28)

O patrimônio líquido de FURNAS estava avaliado (em 1995) em cerca de R\$ 14,9 bilhões. A Receita proveniente das vendas de energia elétrica somou, nesse mesmo ano, cerca de US\$ 3,0 bilhões; muito embora a empresa tenha tido um prejuízo líquido de US\$ 102,0 milhões.

FURNAS possui um parque gerador de energia elétrica que totaliza 8.123 MW de capacidade instalada, ou seja, 15,5% da capacidade total de geração do Brasil. A estrutura técnica do seu sistema gerador é uma das mais diversificadas do país. Além de grandes usinas hidrelétricas, dispõe de centrais termelétricas e de uma usina nuclear, estando outra em término de construção. Do total da potência instalada, 83,7% correspondem às hidrelétricas, 8,2% às termelétricas a óleo combustível e 8,1% são referentes a geração nuclear. A média de idade dessas usinas é de 23 anos. Quase todas encontram-se amortizadas e, além disso, ainda apresentam uma elevada vida útil. A mais antiga é a Usina de Furnas, que iniciou sua operação em 1963; enquanto a mais nova é Angra I, cuja entrada em funcionamento se deu em 1985. A maior hidrelétrica pertencente a empresa é Itumbiara, com uma capacidade de 2.082 MW; enquanto a menor é a usina de Funil. Entre as termelétricas, Santa Cruz, com uma capacidade instalada de 600 MW, é, sem dúvida, a mais importante. (Tabela 6.20)

A Lei 8.987/95²⁶ extinguiu diversas concessões de usinas previstas para construção por FURNAS.²⁷ Quatro dessas usinas, totalizando 946 MW, já estavam, inclusive, incluídas no Plano Decenal do setor, relativo a 1993/2004.²⁸

A empresa, em que pese as circunstâncias, continua construindo três usinas: UTN Angra II (1.309 MW)²⁹, UHE Corumbá I (383 MW) e UHE Serra da Mesa (1.293 MW),

²⁶ Em especial o seu artigo 43, que extinguiu todas as concessões de serviços públicos outorgados sem licitação na vigência da Constituição de 1988 e anterior a ela, cujas obras não tivessem sido iniciadas ou que se encontrassem paralisadas quando da entrada em vigor desta lei.

²⁷ Anta, Canabrava, Foz do Bezerra, Itaocara, Peixe (no Tocantins), São Domingos, São Fidélis, Sapucaia e Simplicio.

²⁸ Canabrava (450 MW), Anta (16 MW), Sapucaia (300 MW) e Simplicio (180 MW).

²⁹ Até o momento, FURNAS permanece como responsável pela expansão do programa nuclear brasileiro, pelo menos enquanto não se define a situação referente ao seu futuro. De acordo com fontes oficiais, o programa nuclear se "consustanciaria na unidade de Angra II... A partir da operação de Angra II, seria iniciada a

essa, em parceria com a iniciativa privada, previstas para entrarem em operação em, respectivamente, junho de 1999, final de 1997 e abril de 1998. Dados relativos a 1995 indicavam que as obras de engenharia e construção dessas usinas apresentavam os respectivos percentuais ponderados de realização: 73,4%, 84,0% e 62,0%. (FURNAS, 1995, p. 23-24) Entre 1991 e 1994, foram direcionados para as obras cerca de R\$ 2,00 bilhões, ou seja, próximo de 80,0% dos investimentos globais de FURNAS, nesse período. O restante dos investimento (R\$ 544,47 milhões) foi canalizado para o sistema de transmissão. (Tabela 6.21)

O sistema de transmissão de FURNAS, na atualidade, é composto por 27 subestações, totalizando 60,4 MVA de capacidade de transformação (excluindo as subestações elevadoras associadas às usinas); uma extensão de redes de 15.487 km; sendo 13.710 km de linhas, nas tensões de 138 a 750 kV, 1.612 km, em corrente contínua, na tensão de ± 600 kV, e 165 km em 25 kV. Até o ano 2000, pretende adicionar ao sistema, aproximadamente 1.596 km de linhas e 4.300 MVA de capacidade de transformação. (FURNAS, 1996a) Com essa finalidade, estariam previstos pela ELETROBRÁS investimentos da ordem de R\$ 1,2 milhão, isto é, 30,6% dos investimentos realizados pelas empresas que atuam no sistema interligado das regiões Sudeste e Centro-Oeste. (Tabela 6.23) Dentre as concessionárias, FURNAS é a que mais se destaca em volume de recursos à ser aplicado nessa fase da cadeia produtiva.

6.3.2 Dinamismo e Limitações para o Crescimento Empresarial

A capacidade de geração de energia elétrica de FURNAS manteve-se estabilizada, desde o meado dos anos 80. Por outro lado, com o mercado em crescimento, a comercialização de eletricidade continuou experimentando um expressivo crescimento, ao longo dos últimos 10 anos. Dessa forma, constantes adiamentos de obras de geração e transmissão, por um lado, e, provavelmente, o alcance de limites para a compra de eletricidade, por outro, vieram, recentemente, contribuir para criar um certo estrangulamento

implantação de Angra III que, com um cronograma de construção de sete anos, iniciaria sua operação por volta de 2005, final do horizonte decenal." (ELETROBRÁS, 1995, p. 39) Ressalta-se, no entanto, que a estratégia do governo federal é privatizar FURNAS, mantendo a parcela nuclear da empresa controlada pelo poder público federal.

no sistema de potência da empresa, gerando, conseqüentemente, problemas até então inexistentes.

A relação entre geração e venda de energia elétrica de FURNAS caiu de 58,6%, em 1986, para 41,5%, em 1995. Esse comportamento decorreu de uma estabilização na geração de eletricidade por parte da empresa, acompanhada de um crescimento médio nas vendas superior a 4,0%, nesse período. Isso indica que, embora não tenha havido expansão da capacidade instalada de geração, a empresa manteve o dinamismo, a partir da intensificação do comércio de energia elétrica, na medida em que existia um excedente no mercado, devido, principalmente, a expansão da capacidade produtiva de ITAIPÚ. Com isso, FURNAS pode ampliar o suprimento às diversas concessionárias em atuação no mercado.³⁰

Por outro lado, enquanto o suprimento cresceu a uma taxa média anual de 12,6%, entre 1986 e 1995, a capacidade de transformação e a extensão das redes da companhia evoluíram, respectivamente, tão somente, 5,4 e 2,6% a.a. (Tabela 6.22) É provável, portanto, que o sistema de transmissão da empresa tenha chegado ao limite.

Esses fatos podem estar por trás dos mais recentes problemas ocorridos no sistema de FURNAS, que geraram perdas de equipamentos muito caros, interrupções no fornecimento de eletricidade e incalculáveis prejuízos para os consumidores.³¹

³⁰ No entanto, dinamismo nas vendas nem sempre significa bons resultados financeiros para as empresas, em particular as do setor elétrico. Em decorrência de fatores relativos, por um lado, a estagnação tarifária e a inadimplência das concessionárias por ela supridas e, por outro, a um aumento em alguns itens relativos as despesas de depreciação e amortização sobre o ativo permanente da empresa, contingências trabalhistas e combustível para a geração de energia elétrica, FURNAS apresentou, em 1995, um prejuízo líquido de US\$ 102 milhões. Aliás, desde 1991 (exceção feita para o ano 1994), FURNAS vem operando com prejuízos (Tabela 6.24). Isso, na realidade, pode estar refletindo, de um lado, as restrições econômico-financeiras impostas pelo governo federal às diversas empresas e órgãos públicos do país, e, por outro, a uma reestruturação interna visando a desestatização, que, em alguns casos, penaliza a atuação de companhias que, até então, operavam de forma salutar, como era o caso de FURNAS.

³¹ "Uma grande explosão num transformador da subestação de FURNAS Centrais Elétricas, em Adrianópolis, Nova Iguaçu ... voltou a deixar sem luz oito municípios do estado: Niterói, São Gonçalo, Itaboraí, Rio Bonito, Magé, Maricá, Petrópolis e parte de Caxias. Toda a subestação teve de ser desligada, para que bombeiros tivessem que controlar o fogo, cujas chamas chegavam a 30 metros de altura...Esse é o terceiro equipamento a apresentar problemas na subestação de Adrianópolis em menos de um mês. No último dia 4 um curto-circuito inutilizou dois transformadores, causando um blecaute nos mesmos municípios que ontem ficaram sem luz. Um dos equipamentos foi substituído por um de reserva da subestação. O outro teve de ser transferido da subestação de Jacarepaguá. Foi este que explodiu ontem. Com 17 anos de uso, ele foi instalado e energizado, às 20h15m. Quatro horas depois, à 0h05m, explodiu, causando novo blecaute na mesma região." (O GLOBO, 1997, p. 11)

Sugere-se, portanto, que os investimentos na manutenção e na expansão do sistema de transmissão de FURNAS estariam num patamar bastante inferior ao necessário. A própria ELETROBRÁS vinha sinalizando para a ocorrência desses acontecimentos ao frisar que “as restrições econômico-financeiras que limitam os investimentos do SEB tem conduzido à postergação de inúmeras obras de transmissão, com sérios reflexos no comportamento do sistema, através do aumento das perdas, deterioração dos níveis de tensão, sobrecargas em equipamentos e instalações, redução dos níveis de confiabilidade e, até mesmo, situação extrema de não atendimento à determinadas cargas”. (ELETROBRÁS, 1996)

A produtividade de FURNAS pode também ser avaliada através das vendas de energia elétrica em relação ao número de empregados da companhia. Nesse aspecto, o desempenho da empresa tem melhorado substancialmente, ao longo dos anos, quando esse índice saltou de, aproximadamente, 2,8 (em 1982), para 12,9 GWh vendidos/ empregado - (em 1995), passando, em 1985 e 1990, por, respectivamente, 5,0 e 8,3 GWh vendidos/ empregado.³² Nesse sentido, a ampliação do comércio de eletricidade foi acompanhado por uma profunda diminuição nos postos de trabalho da companhia.

Ressalta-se, entretanto, a necessidade de se relativizar a importância desse indicador, devido, pelo menos, a dois fatores: em primeiro lugar, na medida em que a empresa reduz o quadro de pessoal, pode procurar compensar essa redução através da contratação de serviços de terceiros (nem sempre, inclusive, disponível no mercado com a qualidade necessária); o que não está considerado nesse indicador, uma vez que contabiliza apenas os dados relativos ao total de funcionários efetivos da empresa. De fato, a contratação de serviços de terceiros, por parte de FURNAS, apresentou um expressivo crescimento nessa década. Entre 1990 e 1994, por exemplo, essas contratações elevaram-se de 1.175 para 1.480 funcionários, representando um aumento, no período, de, aproximadamente, 26,0%. Esses dados podem refletir a adoção de uma política de terceirização das diversas atividades técnicas e administrativas da empresa, frente à diminuição do quadro de pessoal.

³² Em 1995, a ELETROSUL e a CHESF venderam, por empregado, respectivamente 10,0 e 4,2 GWh. Considerando também um rol de 11 importantes empresas internacionais, apenas duas delas apresentaram, em 1995, índices superiores aos de FURNAS. São elas: a National Power, da Inglaterra, com 14,9 GWh vendidos/empregado, e a NOK (N. Kraftwerke), da Suíça, com 13,3 GWh vendidos/empregado. (Tabela 8.25)

Por outro lado, como esse aumento no volume dos serviços prestados, tendo como referência o número de pessoal contratado, foi acompanhado por uma tendência à contratação de pessoal mais especializado (a participação dos graduados elevou-se de 13,1%, em 1990, para 26,2%, em 1994 -Tabela 6.26), é possível que esteja deixando a companhia um elevado número de técnicos especializados.

De fato, FURNAS passa por um profundo processo de enxugamento do quadro de pessoal, em todos os níveis de qualificação,³³ desde os funcionários menos graduados (primeiro grau) aos de formação mais elevada (mestres e doutores). Ainda que, nesse processo, os menos qualificados sejam os mais atingidos. (Tabela 6.27)

Em segundo lugar, para se ter, efetivamente, maior sensibilidade em relação à esse tipo de indicador, é fundamental não se perder de vista a questão da *qualidade dos serviços* prestados pela empresa. Nesse caso, uma redução do quadro qualificado de funcionários pode ter sérias implicações, pelo menos no curto e médio prazos, sobre o desempenho operacional da empresa, refletindo-se na qualidade dos serviços. Coisas desse tipo podem, também, estar por trás dos recentes problemas no sistema de potência de FURNAS.

6.3.3 Desempenho Técnico e Gerencial no Tocante ao Desperdício de Energia Elétrica

As questões relacionadas ao uso eficiente e racional de energia elétrica em FURNAS passaram a inserir-se no âmbito institucional mais amplo do PROCEL. Nesse contexto, a empresa desenvolve um Programa que contempla duas vertentes básicas, com raios de ação que extrapolam os limites da companhia: a **Tecnológica** e a **Humana**.³⁴ Enquanto essa última preocupa-se com temas ligados à *divulgação, promoção, difusão e educação* na área da conservação de energia elétrica, a primeira volta-se, especificamente, para a *otimização energética*. (FURNAS, 1995a)

³³ Enquanto o número de admissões de pessoal, entre 1990 e 1994, foi apenas de 62 funcionários, a quantidade que deixou a companhia, nesse mesmo período, alcançou 2.680 funcionários, sendo 24,0% desses casos motivados por demissões e os restantes 76,0% devido a aposentadorias. (FURNAS, 1995, p. 5.17)

³⁴ Um outro indicador de que a empresa vem adotando uma postura mais objetiva em relação à esse tema é o fato de ter criado, mais recentemente, um Departamento de Engenharia de Conservação de Energia. O Capítulo 7 referir-se-á sobre esse tipo de iniciativa, que atribuiu maior *status* à questão do desperdício de energia.

As ações ligadas a vertente tecnológica tiveram como principal objetivo, até o momento, a produção de efeito demonstração, ficando em segundo plano os resultados sob o ponto de vista da energia conservada. Na área de otimização energética, destacaram-se em termos de resultados os procedimentos internos relativos ao gerenciamento pelo lado da oferta - GLO (principalmente ligados à iluminação), o que representou uma redução acumulada da carga própria, em 1994, relativa às usinas hidrelétricas e subestações de, aproximadamente, 2.292 GWh, gerando uma receita adicional para FURNAS³⁵ de cerca de US\$ 85 milhões. (FURNAS, 1995, p. 2) Além disso, a companhia dedica-se a realização de Diagnósticos Energéticos direcionados para os aspectos da conservação de energia elétrica em diversos tipos de empresas.

Em relação à vertente humana, destacam-se dois níveis de atuação da empresa: Divulgação/Promoção e Difusão/Educação. Ambos visam, além de atribuir relevância ao assunto, torna-lo conhecido do público interno e externo. Nesse sentido, FURNAS empenha-se para levar ao conhecimento público os mais variados aspectos relacionados ao tema do desperdício e do uso eficiente de eletricidade, através da participação em feiras, seminários, congressos, realização de palestras e publicação de folhetos informativos. Além de atuar junto à escolas e empresas, gerando metodologias educacionais e aplicando cursos voltados para permear o público com conceitos sobre o assunto; bem como desenvolver atitudes pró-ativas do ser humano, capacitando-o para intervir no meio ambiente. Esse nível de ação já cobriu uma população em torno de 1.375 alunos da rede escolar.

Assunto extremamente relevante no contexto do desperdício energético, diz respeito as perdas de energia elétrica no sistema de potência de FURNAS. Entre 1990 e 1994, essas perdas foram avaliadas como sendo, em média, de 5,9% do suprimento da empresa, representando um prejuízo de, aproximadamente, US\$ 560,4 milhões. (Tabelas 6.29 e 6.30) De uma maneira geral, originam-se nos sistemas de geração e de transmissão de energia elétrica da companhia. Na medida em que não distribui eletricidade, é muito mais provável que essas perdas sejam mais técnicas do que comerciais. De 1982 a 1989, as perdas do sistema foram, em média, de 5,5% do suprimento, nunca alcançando valores anuais

³⁵ Calculada em valor presente (base 1994), com uma taxa de desconto de 10% ao ano; e tendo como referência a tarifa anual média de FURNAS, incluindo transmissão e ITAIPÚ.

superiores a 6,0% (ELETROBRÁS, 1993d). No entanto, isto passou a ocorrer a partir deste período.

As perdas na transmissão são as mais representativas. Em 1995, representaram 94,7% das perdas totais, em quantidade e valor. Entre 1990 e 1995, essas perdas mantiveram-se crescentes em valores absolutos; ainda que com uma taxa de incremento (3,4% a.a) inferior a do suprimento da empresa.

Já as perdas na geração são bastante oscilantes e decorrem, provavelmente, tanto das constantes solicitações atuais do sistema térmico da companhia, tendo em vista os constantes adiamentos das obras realizadas, quanto da operação não regular da Usina Angra I.

As perdas do sistema de FURNAS, de uma maneira geral, não são elevadas, mantendo-se em valores tecnicamente aceitáveis. Ainda assim, estão sendo feitos esforços tecnológicos no sentido da redução. Exemplos disso são os estudos realizados com o objetivo de implantar tecnologias mais modernas relativas à transmissão, como no caso das Linhas Naturais de Potência Elevada - LNPE.

6.3.4 Estratégia de Futuro: Questões Tecnológicas e Institucionais Relacionadas à Empresa

As atividades de desenvolvimento científico e tecnológico, em uma empresa do porte e da importância produtiva de FURNAS, devem ser formuladas e implementadas tendo em vista o longo prazo de funcionamento da organização. Entretanto, na medida em que as incertezas institucionais, decorrentes do processo de desestatização, dominam o ambiente organizacional, torna-se difícil estabelecer ações concretas de planejamento num horizonte temporal mais distante. Ainda assim, FURNAS procura catalisar as disposições internas visando “tocar as coisas para a frente”, empenhando-se na implementação de um Plano Estratégico.

6.3.4.1 Elementos Principais do Plano Estratégico de FURNAS

A principal intenção estratégica de FURNAS é transmitir uma noção de direção, explorando novos territórios competitivos. Isto, evidentemente, implicaria numa mudança de forma de engajamento no setor elétrico e numa redefinição das fronteiras entre setores. Nesse quadro, se explicitaria os novos negócios, tendo em vista a criação de setores inteiramente novos. (FURNAS, 1996b)

Nesse sentido, o Plano aponta para uma crescente necessidade de integração (interna e externa) da empresa, que facilite uma rede de alianças nos negócios, apoiados, sobretudo, de forma auto-sustentada, no equilíbrio econômico-financeiro da companhia, permitindo, assim, a alavancagem de recursos e o retorno dos investimentos realizados.

Como as diretrizes dos órgãos governamentais e não-governamentais, em particular os de financiamento, ligados ao setor sinalizam para a competição como forma de atuação no mercado, FURNAS entende que, inevitavelmente, o crescimento da empresa deve se dar através de uma oferta de valor agregado maior aos clientes. Isso, evidentemente, renova o desafio da *inovação* regular, em todos os níveis, num contexto também renovado. Nesse contexto, será necessário desenvolver novas competências e realizar valores materiais que conduzam ao acesso e ao uso generalizado, não só de *energia*, mas, também, de *informações* adequadas, sinalizando para uma forte simbiose entre esses dois tipos de negócios

Quanto às exigências do processo de inovação, tendo em vista a sua nova estratégia produtiva e de negócios de FURNAS, pelo menos três tipos de *ações* estariam sendo contempladas. Essas seriam relativas a: Práticas de Previsão, Tecnologia e Mercado. Em relação ao futuro da empresa, as questões fundamentais seriam saber, em primeiro lugar, que tipo de empresa pretende ser no futuro e, depois, como formular e estabelecer novas competências essenciais, que deveriam estar em desenvolvimento no interior da empresa, face ao futuro desejado.

A flexibilidade da estrutura organizacional de FURNAS é o ponto de partida. O fim seria o fornecimento de uma infra-estrutura e serviços comparativamente melhores do que os anteriormente oferecidos ou prometidos pela empresa ou por terceiros. Isso conduziria, de

imediatamente, à necessidade de ações complementares em alguns pontos cruciais: em primeiro lugar, no sentido de implementar um modelo de investimentos baseado na *parceria com o setor privado*, no que diz respeito aos empreendimentos de geração; em segundo lugar, na realização de *obras de transmissão* e de fornecimento voltadas para os grandes consumidores; em terceiro lugar, voltar-se para a execução de *empreendimentos de comunicação*; em quarto, e último lugar, a empresa deveria desenvolver uma ação direcionada para exercer sua vocação para *prestação de serviços*, na medida em que esses serviços se apoiassem na sua própria potencialidade.

Esse conjunto de iniciativas deverá, segundo a empresa, estar embasado, principalmente, na formação de competências que assegurem o nível de conhecimentos e nas habilidades técnicas e organizacionais do seu corpo técnico. Para isso, seria fundamental apoiar e estimular pesquisa e desenvolvimento de produtos, mantendo regularmente relações com universidades; desenvolver habilidades e tecnologias para distingui-la; mapear as competências existentes na organização, relacionando-as aos novos usos; manter um cadastro virtual de especialistas para contratação eventual e temporária do uso de habilidades específicas; e, por último, aplicar cuidadosa atenção a tudo que cerca a companhia, usando a intuição como veículo de criatividade.

Em se tratando de ações específicas relacionadas à inovação tecnológica, ou seja, inseridas no contexto das forças motrizes que dirigem o que fazer no tocante a pesquisa e ao desenvolvimento de novos produtos, processos e serviços com forte ligação com a cadeia produtiva da empresa, FURNAS aponta os seguintes propósitos: 1. Promover o domínio da *tecnologia de transmissão de dados por fibra óptica*, na medida em que esta tecnologia vem estabelecendo uma oportunidade emergente de negócios; 2. Promover o domínio da *tecnologia de linha de transmissão compacta*, o que aumentaria a capacidade de transporte de energia, com menores investimentos no sistema de transmissão; 3. *Repotencializar* a infra-estrutura existente, objetivando, de um lado, a manutenção das vantagens relativas à economia de escala, e, de outro, a contenção dos custos de produção, através de uma elevação da taxa de utilização da capacidade instalada e do aumento da vida útil das instalações e dos equipamentos dos sistemas de geração e transmissão de eletricidade; 4. Incrementar a aplicação do uso da *tecnologia digital* nos centros de controle, uma vez que tal

tecnologia vem experimentando enorme avanço nas aplicações industriais, de uma maneira geral; e, por fim, 5. Fomentar a *geração por fontes alternativas*.

Dessa forma, pode-se sintetizar esse diagnóstico dizendo que as ações relacionadas ao desenvolvimento tecnológico de FURNAS, tendo em vista a posição do seu corpo técnico, deveriam ser canalizadas em direção à uma estratégia de diversificação das suas atividades produtivas e de negócios. Isso, na medida em que, de empresa de energia, FURNAS passaria também à condição de empresa prestadora de serviços, entre os quais se destacaria os serviços relacionados à informação.

Do ponto de vista institucional, os executivos de FURNAS parecem compartilhar da visão de que é necessário a realização de parcerias com o setor privado, principalmente (mas não exclusivamente) relacionadas à expansão dos empreendimentos de geração. Subentende-se, portanto, que o caráter de empresa pública deveria ser preservado e, ao mesmo tempo, renovado, de forma a voltar a dinamizar sua atuação empresarial, face aos desdobramentos das economias mundial e brasileira, no tocante a necessidade de uma maior abertura comercial e a elevação da competitividade produtiva.

Para finalizar esse capítulo avança-se algumas conclusões preliminares à respeito dos diagnósticos empresariais realizados acima. Em primeiro lugar, como reflexo das mudanças institucionais em curso no setor, evidencia-se um processo de reestruturação nas concessionárias, cujos procedimentos de implementação sinalizam para uma nova visão das atividades de inovação industrial e tecnológica no ambiente institucional de atuação dessas firmas. Pelo menos dois pontos devem ser ressaltados:

i) Há que se considerar, entretanto, que no caso específico da CPFL esse processo se deu tendo em vista a preparação da concessionária visando a desestatização; enquanto nas demais empresas isso não ficou evidente;

ii) Muito embora perceba-se os reflexos evidentes da ação de planejamento da ELETROBRÁS, as concessionárias intensificaram atitudes administrativas próprias, voltadas para o chamado Planejamento Empresarial, relegado à segundo plano durante muito tempo pelas empresas do setor;

Dentre os procedimentos de reestruturação, destacam-se: a adoção de técnicas organizacionais e administrativas, como forma de posicioná-las estrategicamente frente às incertezas decorrentes da conjuntura econômica mundial e local, tais como, por exemplo, a administração e o planejamento estratégico; as ações visando a melhoria da qualidade dos equipamentos e dos serviços de eletricidade; os esforços para a inserção das variáveis ambientais no planejamento das atividades empresariais; as medidas visando a redução do desperdício de energia elétrica, nas diversas etapas do processo produtivo das concessionárias de energia elétrica e no uso pelos consumidores; e, por fim, os esforços no sentido de ampliar a introdução de novos processos de geração, de escalas mais reduzidas, e que possuam novos parâmetros de eficiências técnica, econômica e ambiental. Além disso, aprofundou-se o processo de modernização dessas companhias, através da difusão das chamadas tecnologias de uso genérico.

O avanço da informatização e da automação dos processos produtivos bem como na área dos novos materiais vem contribuindo enormemente para modificar a natureza das tecnologias usadas pelas concessionárias (valorização de novas fontes energéticas, redução das escalas ótimas de produção, processos mais limpos do ponto de vista ambiental, melhoria da eficiência das técnicas de produção, tanto na geração quanto no uso da energia elétrica, etc.). Atentas, as concessionárias adotam novas posturas empresariais. É evidente a difusão das tecnologias de informação, como parte das chamadas tecnologias de suporte aos sistemas elétricos. Além disso, na medida em que avança o processo de expansão e de modernização das tecnologias componentes dos sistemas de potência, propriamente ditos, envolvendo desde os equipamentos e as instalações de geração até as de distribuição de energia elétrica, passando pelos sistemas de transporte dessa fonte, algumas já planejam a implantação de técnicas mais sofisticadas, com um grau mais elevado de automação.

Do ponto de vista institucional, exceção feita, novamente, a CPFL, por razões já evidenciadas, as concessionárias buscam parcerias com a iniciativa privada, buscando contornar as limitações financeiras e, dessa forma, ampliar a participação desses agentes através do investimento direto no setor.

Além dos aspectos mencionados acima, a variável **conhecimento científico e tecnológico** vem adquirindo uma considerável importância no contexto produtivo, de uma maneira geral. No entanto, apenas FURNAS, talvez pelo fato de possuir uma maior

capacitação tecnológica e produtiva, já vem implantando modernos sistemas de gestão dos conhecimentos tecnológicos. Dessa forma, essa variável parece não ter assumido, ainda, a importância devida, à ponto de tornar-se um **ativo** que, se bem administrado, poderia, além de gerar negócios lucrativos, atrair novos parceiros que possuam reais necessidades e possibilidades de viabilizarem recursos para investimentos de interesse nessas empresas.

Nos procedimentos voltados para uma melhor gestão dos conhecimentos científicos e tecnológicos, os paradigmas da **qualidade** e do **meio ambiente** (presentes nas estratégias decisórias das concessionárias), na medida em que contemplam questões tanto de natureza ampla quanto específicas e, além disso, pelo fato de envolverem, normalmente, todas as atividades e áreas das empresas, podem servir de fios condutores para a implementação de modelos de **gestão tecnológica** adequados às realidades setorial e regional de cada firma. Dessa forma, é bem provável que, num futuro próximo, e a partir da implantação e do amadurecimento desse processo de gestão em algumas empresas do setor, haja uma difusão desses conhecimentos e, a partir da implantação desses modelos, as firmas passem a descobrir novos nichos para uma mais intensa realização de atividades tecnológicas.

Por outro lado, o ambiente produtivo e comercial onde atuam essas firmas está profundamente marcado por enormes restrições financeiras para a realização de investimentos na expansão e na modernização produtiva. Além disso, grandes incertezas institucionais, decorrentes da própria complexidade e inércia do processo de desestatização das concessionárias públicas federais e estaduais, perturbam o desempenho operacional dessas empresas, gerando, inclusive, graves problemas de perdas de equipamentos dos sistemas de potência e interrupções constantes no fornecimento de eletricidade, afetando os índices de qualidade dos serviços prestados.

Capítulo 7

P & D no Setor Elétrico Brasileiro: Reestruturação Face às Novas Exigências Institucionais e Tecnológicas do Setor

O capítulo precedente revelou a ocorrência de um forte processo de reestruturação em três concessionárias de energia elétrica do setor; ainda que, em uma delas, os objetivos sejam distintos das demais. Esse processo, como foi ressaltado, está na origem de um movimento mais amplo de mudanças, derivadas das reformas institucionais conduzidas pelo governo federal, visando, em grande medida, adequar essas empresas ao novo contexto produtivo moldado pela globalização econômica. Adoção de técnicas organizacionais e administrativas mais modernas, tais como administração e planejamento estratégico, técnicas de gestão dos conhecimentos tecnológicos, procedimentos voltados para a melhoria da qualidade dos serviços de eletricidade, inserção das variáveis ambientais no planejamento, políticas de conservação de energia elétrica, estímulo à difusão dos novos processos de geração de pequena escala e elevada eficiência e difusão das chamadas tecnologias de uso genérico, em particular na área da informática e da automação de processos., são alguns dos direcionamentos mais visíveis no interior das concessionárias.

Por outro lado, no contexto das atividades econômicas, os esforços na área da P&D, sem dúvida, provocam enormes repercussões produtivas e comerciais para as empresas. Dessa forma, este capítulo trata de analisar o esforço de reorganização desse tipo de atividade no interior das empresas do SEB nos últimos anos. Busca-se, com isso, apreender, nessa fase

de transição institucional e tecnológica do setor, as iniciativas de capacitação visando uma nova forma de inserção da P&D no contexto produtivo do setor.

As novas formas de organização das empresas e as necessidades de financiamento das suas atividades de pesquisa levam à multiplicação das alianças estratégicas em torno do desenvolvimento de novos produtos ou processos e colocam a gestão dos recursos tecnológicos como um elemento essencial de suas estratégias empresariais. (MACULAN, 1995, p. 174)

Dessa forma, a capacitação deve estar direcionada para dotar as organizações do setor de mecanismos institucionais e técnicos que contribuam para fortalecer e dinamizar a rearticulação com os demais agentes do sistema de inovação do país, redefinindo suas relações com os antigos parceiros e relançando novas alianças signatárias do novo momento de transição do setor, buscando gerar novos conhecimentos científicos e técnicos que revigorem o processo de inovação tecnológica e organizacional das firmas nacionais; além de tornar possível a elevação da participação do país no comércio internacional, envolvendo a troca de produtos e serviços gerados nessa indústria.

Pode-se afirmar, em menor ou maior grau, explícita ou implicitamente, que toda atividade empresarial conduz à realização de algum tipo de ação relacionada a pesquisa e ao desenvolvimento de produtos e processos. Entretanto, o desenvolvimento sistematizado e organizado dessas atividades, como forma de garantir um desempenho superior da empresa no mercado onde atua é, na realidade, um atributo de poucas firmas do setor industrial. As empresas do SEB enquadravam-se perfeitamente nesse contexto de realização de atividades de P&D, que vai do primarismo, em grande parte delas, à implementação dos mais sofisticados métodos gestão, como, por exemplo, no caso do CEPEL. Dessa forma, em relação a esse aspecto, existe, de fato, uma grande heterogeneidade no setor. Entretanto, foi esse o modelo vigente, que procurou, praticamente, centralizar nesse órgão as atividades de P&D, tendo em vista as possibilidades e as estratégias das firmas do setor nessa atividade.

Entretanto, face aos novos procedimentos empresariais revelados anteriormente, o que mudaria no tocante à realização de P&D pelas empresas do setor? Evidencia-se algum

tipo de redirecionamento dessa atividade no interior das empresas? Qual o papel à ser desempenhado pelo CEPEL e pelas concessionárias de energia elétrica nesse novo contexto?

Inicialmente, este capítulo apresenta um diagnóstico do CEPEL, procurando compreender o posicionamento desse órgão frente ao contexto das mudanças tecnológicas e institucionais no setor. Em seguida, cuida de investigar os esforços de P&D realizados por algumas concessionárias de energia elétrica, tentando perceber a existência de novas atitudes empresariais diante desse tema.

7.1 O Papel do CEPEL na Transição Institucional e Tecnológica do Setor Elétrico

7.1.1 Aspectos Históricos do Centro

O Centro de Pesquisas de Energia Elétrica - CEPEL, sociedade civil sem fins lucrativos, constituiu-se no principal suporte institucionalizado para a realização das atividades de desenvolvimento científico e tecnológico do SEB.

O CEPEL foi criado em 1974 e sua origem remonta às diretrizes gerais traçadas pelo Plano de Desenvolvimento Estratégico - PED (1968-1970)¹. O estabelecimento dessas diretrizes visavam a intensificação da pesquisa científica e tecnológica no país, impulsionadas pela idéia central de estabelecer as bases para um processo de desenvolvimento tecnológico capaz de adquirir, progressivamente, energia e força suficientes para atingir e manter, no longo prazo, relativa autonomia.

Posteriormente, uma série de ações organizadas e consolidadas nos planos de desenvolvimento subsequentes cuidaram da materialização daquela idéia inicial. Essa materialização se deu no âmbito do I e do II Plano Básico de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

O CEPEL, desde o início do seu funcionamento, sempre teve na ELETROBRÁS a sua principal fonte de recursos financeiros. Essa orientação estratégica da ELETROBRÁS de

¹ "Entre 1968 e 1972, inicia-se formalmente no Brasil uma política oficial setorial e específica para ciência e tecnologia. Inaugura-se com o Plano Estratégico de Desenvolvimento, que conclama uma estratégia específica para o desenvolvimento da ciência e tecnologia nacional, e talvez, mais importante, aponta como falhas nas políticas industriais precedentes, o descaso e a ausência de uma política tecnológica precisa." (JAGUARIBE, 1987, p. 3)

embasar as necessidades de financiamento de Centro foi de fundamental importância para a criação e a consolidação, num país, no período, ainda com um baixo nível de desenvolvimento das forças produtivas, de uma importante alternativa institucional de pesquisa que, juntamente com outras instituições de ensino então nascentes, tais como a COPPE, a UNICAMP e a PUC, entre outras, contribuíram para consubstanciar o suporte científico e tecnológico das atividades produtivas da indústria da eletricidade brasileira.

Os campos institucional e técnico de atuação reservados para o CEPEL, já naquela época, passaram a compreender o fornecimento de suporte científico e tecnológico às atividades de planejamento, construção e operação de sistemas, no âmbito das empresas concessionárias e junto ao setor elétrico industrial, proporcionando-lhes os meios complementares necessários ao desenvolvimento da tecnologia própria do setor.

O CEPEL, nos seus primeiros 15 anos de atuação, além de ter participado ativamente na formação de mão-de-obra especializada, deu, pelo menos, três marcantes contribuições ao desenvolvimento tecnológico do SEB: uma referente a qualidade dos equipamentos fabricados no país, especialmente pela indústria nacional, ao criar uma capacitação para a execução de ensaios de todos os tipos não executados, até então, no Brasil; uma outra ligada ao desenvolvimento de equipamentos de controle, supervisão e proteção de subestações e linhas de transmissão, baseados nas aplicações de eletrônica digital; e uma terceira contribuição foi dada na área de pesquisa operacional e da teoria dos sistemas, criando algoritmos e desenvolvendo uma série de novos programas para computador, visando o planejamento e a operação de sistemas elétricos. (CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, 1991)

Para o desenvolvimento destas e de outras atividades, o CEPEL montou dois grandes complexos de laboratórios, ambos localizados no Rio de Janeiro, totalizando 23 laboratórios. No Laboratório de Sistemas Elétricos - LSE, situado nas instalações da Ilha do Fundão, Cidade Universitária, próximo a Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, encontram-se 18 deles; enquanto o Laboratório de Equipamentos Elétricos - LEE, instalado em Adrianópolis, no município de Nova Iguaçu, possui 5 laboratórios.

O LSE abriga a sede administrativa e as instalações mais leves, como os Laboratórios de Simulação de Redes, os Laboratórios de Materiais, os Laboratórios de Eletrônica e os Laboratórios de Utilização de Energia, bem como diversas oficinas; enquanto o LEE destina-se, principalmente, a abrigar as instalações nas quais são desenvolvidas pesquisas e ensaios em equipamentos e materiais submetidos a tensões extra elevadas e a curto-circuito envolvendo grandes potências, tais como o Laboratório de Alta Tensão, o Laboratório de Alta Potência, os Laboratórios de Ensaio de Equipamentos para Uso em Atmosfera Explosiva e os Laboratórios de Calibração e Aferição.

7.1.2 Rumos Atuais do CEPEL

Em resposta à crise de financiamento ocorrida durante os anos 80 e frente ao quadro de mudanças institucionais implementadas no setor, o CEPEL, ciente da emergência de uma nova realidade produtiva, passou a repensar o seu papel como órgão de P&D, concluindo pela necessidade de implementar intenso processo de reestruturação das atividades de P&D.

7.1.2.1 Crise Financeira e Descentralização das Fontes de Recursos

Uma medida de impacto, que decorreu da necessidade de mudança de postura do CEPEL frente aos novos desafios colocados para o setor, foi a elaboração de um novo modelo de ação que contribuísse para gerar e reordenar as principais decisões à serem implementadas nesse contexto de mudanças. Daí, a necessidade de se planejar estrategicamente as ações de desenvolvimento tecnológico, cujos primeiros elementos começaram a ser germinados ainda na metade dos anos 80.

O diagnóstico realizado pelo CEPEL, em conjunto com a ELETROBRÁS e outros agentes da indústria da eletricidade, concluiu pela necessidade de reorientar os objetivos estratégicos do Centro, face a crise de financiamento enfrentada pelo setor; na medida em que essa crise refletiu-se profundamente sobre as suas atividades de pesquisa, gerando uma substancial redução de recursos para a Instituição.

O CEPEL sempre encontrou na ELETROBRÁS e, secundariamente, nos seus sócios fundadores, as suas principais fontes de financiamento. Dessa forma, seus recursos eram, preponderantemente, provenientes do próprio setor. A *holding*, tradicionalmente, repassava

para o Centro a principal parcela das necessidades financeiras, chegando a representar, nos tempos áureos, acima de 90,0% dos recursos orçamentários. Entretanto, já nos anos 80, frente às dificuldades financeiras do setor, os recursos para o financiamento das atividades de pesquisa do CEPEL começaram a escassear. Tomando por base, por exemplo, a evolução dos dispêndios globais nos anos 80, é possível se imaginar a dimensão dessa crise. Esses dispêndios, em 1980, somaram US\$ 26,6 milhões; em 1985, esse valor caiu, de forma drástica, para US\$ 14,6 milhões. Apenas em 1988 os dispêndios globais voltaram a atingir valores próximos aos de 1980, ou seja, US\$ 27,3 milhões. (RIBEIRO, 1996, p. 181) Daí por diante as incertezas foram constantes, passando os aportes de recursos a oscilarem de forma acentuada. Esse fato revelava a necessidade de mudanças de rumo, em particular numa instituição de P&D que, por natureza, trabalha com projetos de longa duração, necessitando, portanto, de uma certa estabilidade na dotação de recursos.

No decorrer dos anos 90 observou-se uma permanente queda na intensidade, acompanhada da inconstância, da participação da *holding* no financiamento das atividades de P&D do Centro. Até 1992, muito embora no final da década de 80 tenha havido uma leve recuperação, os recursos orçamentários do CEPEL mantiveram-se em declínio. Entretanto, a partir desse ano, elevou-se de, aproximadamente, US\$ 25,0 milhões, em 1992, para US\$ 45,8 milhões em 1995. Por outro lado, as dotações da ELETROBRÁS, de US\$ 28,9 milhões, em 1990, caíram para, aproximadamente, US\$ 21,5 milhões em 1995; passando por US\$ 23,0 milhões, US\$ 26,3 milhões e US\$ 19,8 milhões em 1992, 1993 e 1994, respectivamente. (Tabela 7.4)

Essas incertezas quanto ao repasse dos recursos provenientes da ELETROBRÁS reflete o quadro de crise estabelecido no setor, já previsto pelo CEPEL, o que o levou a desenvolver um grande esforço interno de descentralização das suas fontes de financiamento. Foi isso, inclusive, que permitiu elevar a dotação de recursos orçamentários do Centro. As fontes de recursos próprios, por exemplo, de 2,8% do total dos financiamentos, relativos a 1990, passaram a representar 7,4% em 1995. Além disso, ampliaram-se os recursos oriundos de empréstimos, representados pela rubrica outros, que de 0,5% aumentou para 5,1% naqueles respectivos anos. Outro aporte importante foi originário dos sócios fundadores. Esses, aumentaram sobremodo as suas cotas de participação institucional no financiamento do CEPEL nos anos mais recentes.

Dessa forma, a solução da crise passou pela necessidade do CEPEL esforçar-se no sentido da descentralização das fontes de financiamento. Por outro lado, esses novos aportes continuam a ser primordialmente de origem pública, porém com forte participação extra setorial. Os dados a seguir ilustram esse fato. No período compreendido entre 1990 e 1994, apenas a Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP constituía-se numa importante fonte extra orçamentária de financiamento de programas de capacitação tecnológica do CEPEL; tendo essa instituição financiado pouco mais de US\$ 189 milhões para o desenvolvimento de projetos de pesquisa. Em 1995, o Ministério das Minas e Energia - MME passou a ter uma participação representativa nesses aportes, totalizando, nesse ano, pouco mais que US\$ 5,8 milhões. Além desses, mais US\$ 356,6 mil foram obtidos através do Programa de Capacitação de Recursos Humanos - RHAE, do Ministério da Indústria e Comércio.

Esse esforço de busca de novos recursos orçamentários vem sendo realizado no contexto do planejamento estratégico do CEPEL.

7.1.2.3 Plano Estratégico Tecnológico - PET

Objetivos

Como objetivo mais amplo, o CEPEL planeja atuar no aprimoramento e na adequação permanente dos serviços de energia elétrica, efetivando novos padrões de qualidade, produtividade e economicidade. Logo, as ações na área da P&D são direcionadas tendo em vista esta ampla diretriz.

A nível mais específico, o CEPEL propôs-se a: i) desenvolver tecnologias e capacitação para a modernização e a extensão da vida útil de equipamentos e instalações existentes; ii) aperfeiçoar os sistemas e equipamentos, visando a melhor utilização de energia elétrica; iii) desenvolver tecnologias e soluções para sistemas e equipamentos de distribuição; iv) desenvolver tecnologias e soluções para sistemas e equipamentos de transmissão em extra e ultra tensão, com destaque para as linhas longas; v) ampliar a capacitação tecnológica em termelétricas, hidrelétricas e fontes não convencionais de geração; vi) desenvolver e participar do desenvolvimento de aplicações de novos materiais para o setor elétrico; vii) participar do desenvolvimento de normas técnicas, especificações e métodos de avaliação, bem como na certificação de equipamentos e materiais; viii)

desenvolver e participar do desenvolvimento de métodos de análise e controle de impactos ambientais relacionados com o setor elétrico; ix) aumentar o grau de informatização do serviço de energia elétrica, destacando o desenvolvimento de metodologias e sistemas computacionais para o planejamento da expansão e operação do sistema elétrico. (ELETROBRÁS, 1993a)

Estes objetivos, por sua vez, encontram-se embasados nas linhas de pesquisa do Centro (Anexo 2) que refletem a natureza e a amplitude dos problemas da cadeia de atividades do setor, bem como as expectativas dos agentes (antigos, novos e potenciais) da indústria da eletricidade, de uma maneira geral.

Principais Desafios

Entretanto, para fazer a transição de centro de excelência para centro produtor de tecnologia; que é a finalidade atual do CEPEL, alguns desafios foram colocados. Dentre esses, destacam-se: 1) buscar continuamente padrões de excelência em áreas prioritárias do conhecimento indicadas pelo PET; 2) aproximar-se do mercado demandante de tecnologia, através de programas de P&D voltados para as necessidades do SEB; 3) elevar a produtividade do trabalho, por meio da aplicação e da gestão dos recursos em projetos bem definidos, controlados sistematicamente e orientados às necessidades dos clientes; 4) aumentar a eficiência e a eficácia organizacional, através da consolidação de áreas de conhecimento e laboratórios, da redução do número de departamentos e eliminação de duplicações e superposições de áreas; 5) motivar os pesquisadores, através da abertura de oportunidades de aprofundamento e aplicação de conhecimentos no setor produtivo e na realização profissional, pela assunção de maior responsabilidade e pela condução de projetos e programas de pesquisa; 6) consolidar a qualidade dos produtos e das instalações; 7) abrir-se para uma atuação mais abrangente no setor elétrico, incorporando novas áreas de conhecimento, tais como estudos relativos ao meio ambiente, fontes não convencionais e geração elétrica.

Reestruturação Organizacional

Percebe-se, diante deste quadro, que para transpor tais desafios seria necessário dotar a instituição de mecanismos organizacionais que fossem condizentes com os objetivos traçados e os obstáculos à serem superados. Nesse sentido, o CEPEL decidiu-se por uma reestruturação na forma de gerenciar as atividades administrativas e técnicas. Um passo nesse sentido foi a transformação da antiga estrutura organizacional departamentalizada, herdada das Universidades (Figura 7.1)², numa outra (Figura 7.2) que possibilitasse um gerenciamento segundo “uma estrutura matricial do tipo balanceada” (CEPEL, 1996a, p. 3), mais voltada para o mercado. Essa nova forma de organização visa obter melhores resultados produtivos, através de maiores flexibilidade operacional e integração participativa entre as diversas áreas de conhecimento do Centro, onde a administração dos projetos adquire extrema relevância.

Nessa nova estrutura, o órgão máximo do CEPEL passou a ser o Conselho de Administração, formado por sócios fundadores e presidido pelo Diretor de Planejamento e Engenharia da ELETROBRÁS. Criou-se, também, um Conselho Consultivo, composto por instituições e pessoas físicas de renome, para assessorar a Diretoria Geral do CEPEL na tomada de decisão. Além disso, visando a um mais adequado funcionamento, essa estrutura organizacional passou a orientar-se internamente segundo duas dimensões básicas:

- **áreas de conhecimento**, que organizam e desenvolvem o recurso essencial do CEPEL: o conhecimento humano. As atividades dessas áreas produzem a base da geração tecnológica para os futuros projetos. Nestas áreas são desenvolvidas novas tecnologias e investigadas as tendências mundiais de pesquisa de interesse do setor; além disso, pratica-se toda a política de formação de pessoal técnico do CEPEL. Estão ligadas funcionalmente à Diretoria Técnica e de Instalações;

² Na antiga estrutura departamentalizada do CEPEL, de acordo com TEIXEIRA (1994) “internamente, os departamentos contavam com chefes e vices de departamentos e coordenadores, reproduzindo os níveis hierárquicos presentes nos departamentos universitários. Esta presença marcante da estrutura universitária na ordenação interna de um centro de pesquisas, tem duas motivações básicas: a) em primeiro lugar, o corpo de pesquisadores era, em sua totalidade, composto de profissionais recém saídos da universidade. b) o restante integrava o corpo docente de instituições de ensino. Por outro lado, no início da década de 70, os poucos institutos dedicados à pesquisa no país eram, na sua grande maioria, pertencentes às universidades. Não havia outro padrão a seguir.”

- **programas de P&D**, onde se busca o atendimento das necessidades tecnológicas do setor. Esses programas estão ligados à Diretoria de Programas de Pesquisa e Desenvolvimento. Essa Diretoria está voltada inteiramente para o atendimento dos clientes, tendo como objetivos maiores formar e administrar uma carteira de projetos que resultem em avanços tecnológicos, compatibilizando os trabalhos do CEPEL com os requisitos reais das empresas de energia. (CEPEL, 1996, p. 3)

Figura 7.1

Organograma do CEPEL (1988)

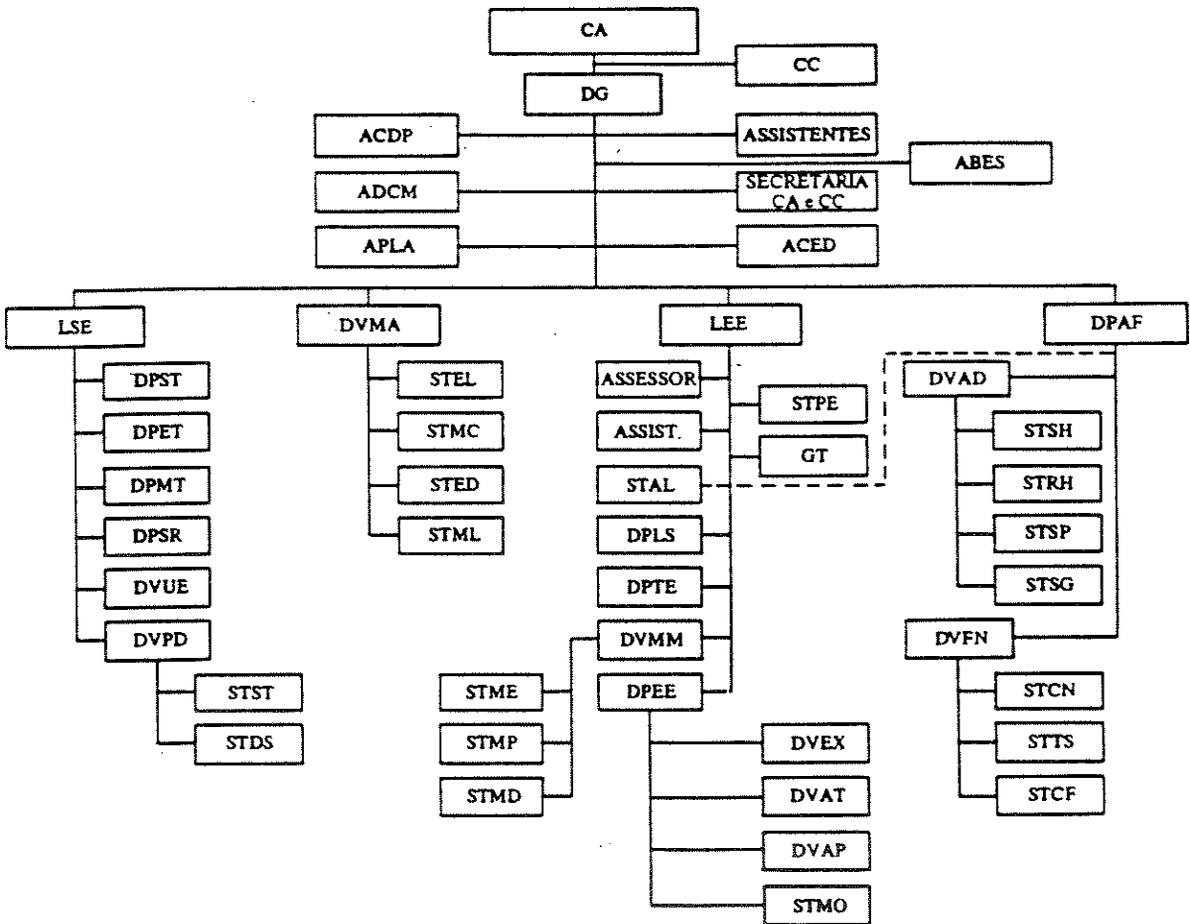
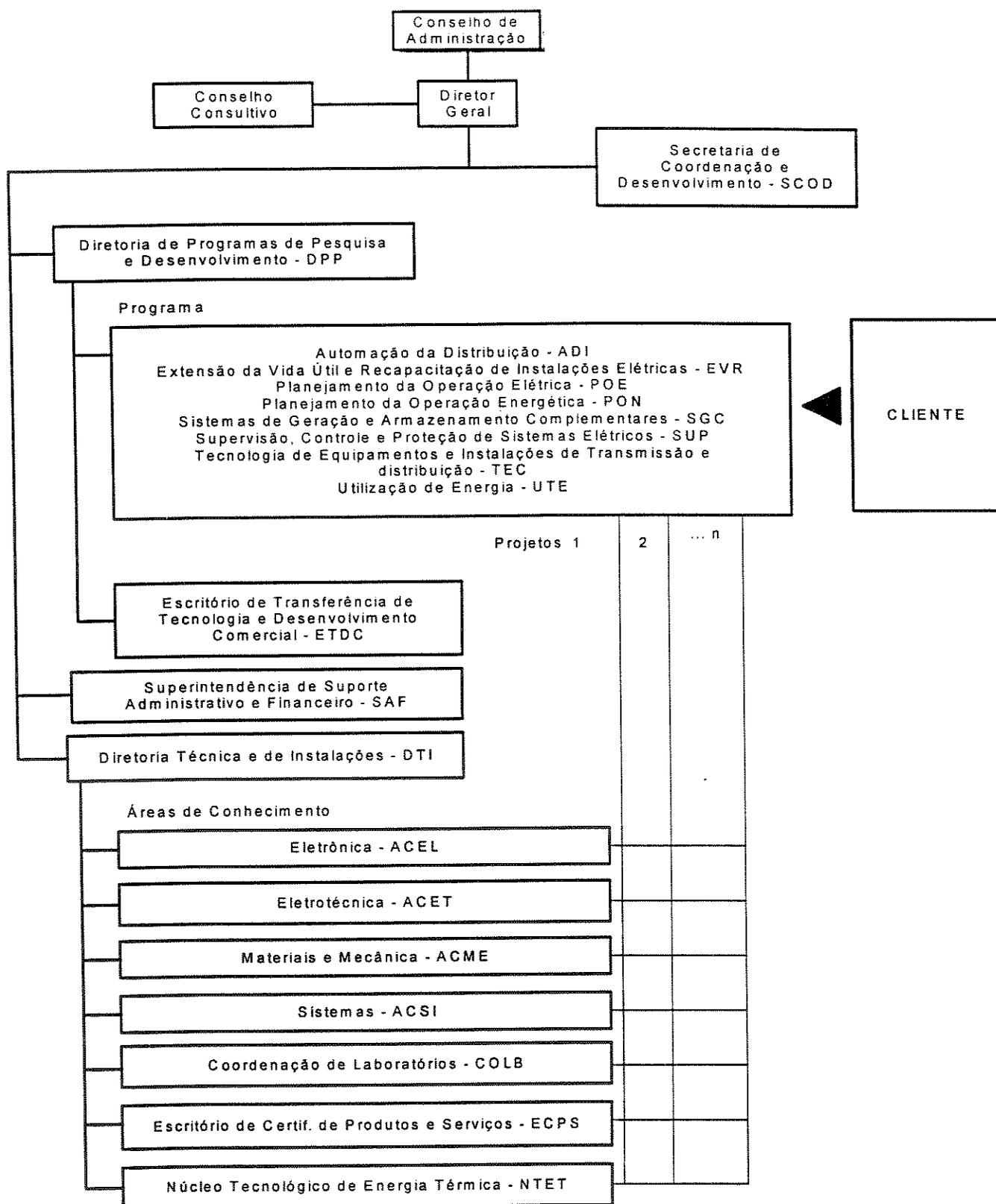


Figura 7.2 - Nova Estrutura Organizacional do CEPEL



FONTE: (CEPEL, 1996a)

Figura 7.3 - FORMAS DE ATUAÇÃO DO CEPEL

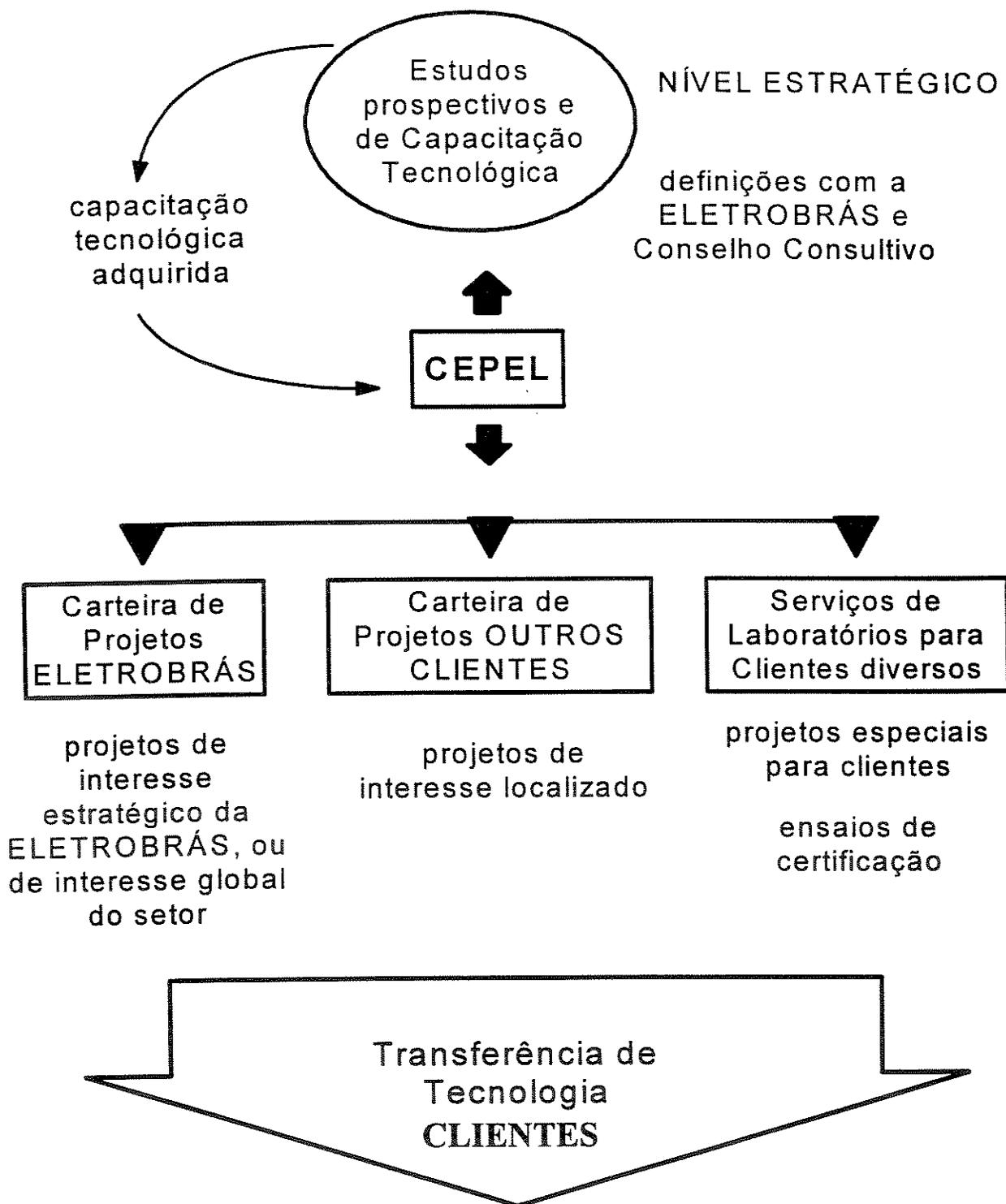
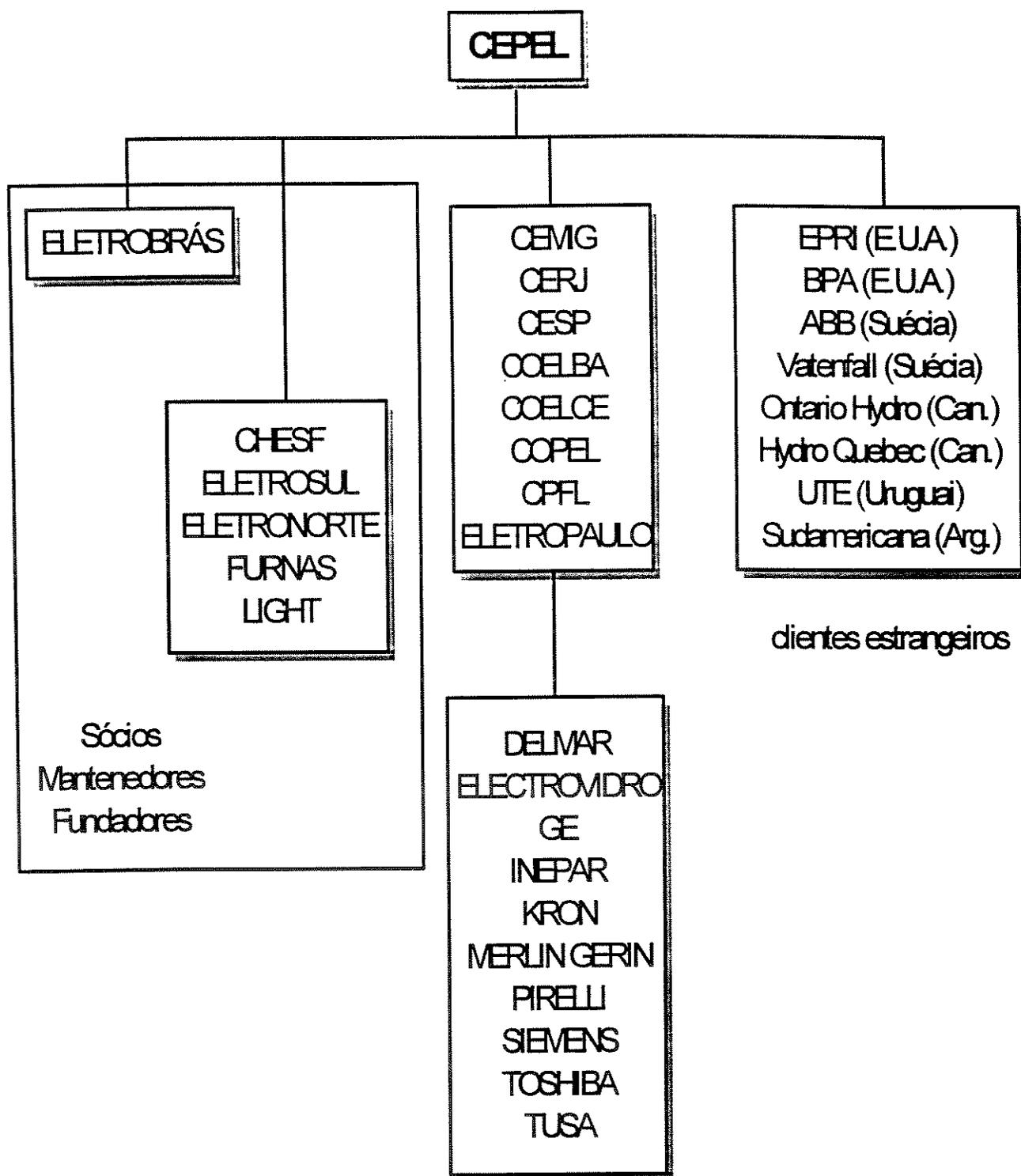


Figura 7.4 - PRINCIPAIS CLIENTES DO CEPEL



FONTE : (CEPEL, 1996a)

principais
clientes
nacionais

Para dar suporte a essa estrutura, o CEPEL conta com um amplo sistema de recursos laboratoriais, essenciais para a realização das atividades de P&D e para a venda de serviços para o mercado. Além disso, a forma de organização do CEPEL, visando a tomada de decisões estratégicas, passou a se referenciar, no nível hierárquico mais elevado, na elaboração de exaustivos estudos prospectivos e de capacitação tecnológica, filtrados a partir do acúmulo das experiências adquiridas pelo Centro. (Figura 7.3)

A negociação e o desenvolvimento das atividades de P&D do CEPEL ganhou maior flexibilidade, passando a se dar em torno de três tipos de **Carteiras de Projetos**: a da ELETROBRÁS, a dos Outros Clientes e a de Serviços Laboratoriais. Na primeira são definidos os projetos de interesse estratégico da ELETROBRÁS ou do setor como um todo; a segunda carteira envolve, principalmente, os projetos negociados entre o CEPEL e os seus sócios fundadores (FURNAS, CHESF, ELETROSUL, ELETRONORTE e LIGHT³) - são os chamados projetos de interesse localizados. Os Serviços Laboratoriais, por sua vez, englobam, além de alguns projetos específicos, a realização de ensaios de certificação.

É nesse novo ambiente organizacional que o CEPEL busca gerar, através de parcerias com seus clientes, (Figura 7.4) produtos e processos tecnológicos em condições de serem transferidos ao mercado consumidor brasileiro e do exterior.

7.1.2.4 Reflexos no Quadro de Pessoal do CEPEL

A mudança no quadro de pessoal do CEPEL, nos últimos anos, tem ocorrido basicamente em três direções: a) redução do quadro técnico e administrativo; b) melhor qualificação da mão-de-obra; c) direcionamento para as atividades fins do Centro.

a) Redução da Mão-de-Obra

No decorrer dos anos 90 e no contexto do PET, o CEPEL passou por um intenso processo de redução do quadro de pessoal, tanto das áreas técnicas quanto administrativas.

³ Após ser privatizada, a LIGHT deixou de financiar as atividades de pesquisa do CEPEL.

Esse processo, no entanto, não ocorreu apenas no Centro, uma vez que decorre, muito mais, de uma política deliberada pelo governo federal, que passou a estimular a saída de funcionários das empresas estatais, de uma maneira geral. Com isso, o número de funcionários do CEPEL foi reduzido de 751, em 1990, para 580, em 1994, representando uma redução de 22,8%, nesse período. (Tabela 7.1)

A maneira não planejada com que o governo vem incentivando a demissão de funcionários das empresas e dos órgãos públicos reflete-se, em muitos casos, negativamente sobre essas instituições, na medida em que atingem tanto o pessoal menos qualificado quanto o de melhor formação técnica; muito embora, como no caso do CEPEL, os primeiros, pelo menos por enquanto, tenham sido os mais afetados. Com isso, em termos relativos, por exemplo, a participação do pessoal de nível superior do CEPEL elevou-se de 35,4% para 40,0%, entre 1990 e 1994, respectivamente; em termos absolutos, no entanto, houve uma acentuada queda nessa participação. Se em 1990 o Centro possuía 266 funcionários com essa formação, em 1994 esse número caiu para 226. Já o pessoal de nível médio reduziu-se de 485 para apenas 354 funcionários, o que representa uma saída média de 26,2 funcionários/ano; contra uma saída de 8 funcionários de nível superior/ano.

Muito embora a redução de funcionários tenha tido efeito positivo sobre a estrutura relativa de gastos, isso não se refletiu numa elevação dos investimentos do CEPEL. Em 1993, quando os gastos totais representaram US\$ 29,4 milhões, os Salários e Outros Encargos participaram com pouco mais de 74,0% desse total; seguido do Custeio, com 20,1% e dos Equipamentos e Instalações, com 5,8%. Em 1994, os gastos totais elevaram-se para US\$ 37,6 milhões; a participação dos Salários, por sua vez, reduziu-se para próximo de 70,0%; enquanto o Custeio (com 22,4%) aumentou em importância. Por outro lado, o Centro investiu menos em Equipamentos e Instalações, que passou a representar 4,0%.

Por outro lado, em termos absolutos, houve uma elevação dos gastos salariais e encargos. Esse valor passou de US\$ 21,8 milhões, em 1993, para US\$ 26,4 milhões, em 1994. (Tabela 7.11) Dessa forma, ou houve um aumento real nos salários dos funcionários que permaneceram no quadro do CEPEL (o que é improvável nesse contexto de restrições orçamentárias) ou (o que é mais provável) elevaram-se os encargos trabalhistas da Instituição.

A redução de quadros, em contrapartida, pode estar sendo compensada através da contratação de serviços externos. Se durante os 3 (três) primeiros anos dessa década os recursos humanos contratados pelo CEPEL para prestação de serviços mantiveram-se estabilizados, numa faixa de 900 homens-mês; a partir de 1993, esse volume subiu para 1.020 homens-mês. (Tabela 7.3) Esse aumento pode ter ocorrido, pelo menos em parte, para compensar a redução do quadro funcional. A quase totalidade desses contratados possuem nível superior, com predomínio, inclusive, de pós-graduados, indicando a necessidade do Centro de recorrer à esses profissionais para executarem tarefas muito especializadas geradas no decorrer da nova e forte dinâmica de elaboração de projetos de pesquisa.

Um aspecto relevante é que um centro de pesquisa da natureza do CEPEL, que necessita de pessoal altamente qualificado, é obrigado, por força das circunstâncias do mercado de trabalho, a adotar uma política de remuneração dos funcionários, em geral, pagando salários acima da média do mercado; sob pena de evasão ou de não conseguir atrair mão-de-obra especializada. Isto, entretanto, deve ser feito de forma planejada. Foi pensando nisto que, a partir de 1987, o CEPEL implantou um Plano de Cargos e Salários que passou a estimular, através de uma política institucional explícita, a capacitação e a valorização da mão-de-obra.

b) Esforço de Capacitação de Mão-de-Obra

A sensível redução da força de trabalho, por sua vez, foi acompanhada, de fato, por um esforço do CEPEL para melhorar a formação do quadro de pesquisadores. E, aí, muito pode ser creditado à implantação do Plano de Cargos e Salários, que passou a estimular o processo de capacitação e formação de pessoal do Centro. O número de pós-graduados, por exemplo, ampliou-se consideravelmente, entre 1990 e 1994, de 12 para 22 doutores e de 60 para 91 mestres, respectivamente.

O CEPEL, é bem verdade, tem empenhado-se para dotar o quadro de pessoal de uma qualificação técnica condizente com o nível de exigência das atividades de P&D. Nesse sentido, tem estimulado seus profissionais para um contínuo processo de formação e de aperfeiçoamento. No período 1991/94, foram realizadas 127 atividades de formação profissional entre cursos e estágios. A maioria dessas atividades (74,0%) foi realizada no país

e as demais (26,0%) no exterior. (Tabela 7.5) Esse esforço mobilizou em torno de 65.228 homens-hora. Desse total, (e o que é um indicador da qualidade de uma instituição da natureza do CEPEL) a principal parcela (próximo de 69,0%) foi despendida na realização de Cursos de Pós-graduação, com predomínio de Cursos de Doutorado (43,4%), seguido da realização de Cursos de Mestrado (25,5%). Além dessas atividades, foram realizados Cursos de Especialização (12,4%), grande parte (70,2%) no exterior, e Estágios no país (18,7%).

Chama-se atenção para o fato dos pesquisadores do CEPEL terem realizado no Brasil a maioria das atividades de formação. Isso traduz-se, em grande medida, num indicador da qualificação assumida pelo sistema educacional brasileiro, em particular das Universidades, em articulação com os órgãos de apoio ao ensino e a pesquisa, que dedicam um grande esforço na direção da organização de uma importante **rede sócio-técnica**⁴ que, efetivamente, contribui para dinamizar o processo de produção e de comercialização dos conhecimentos tecnológicos do Centro. O CEPEL, sem dúvida, desempenha um papel fundamental no contexto institucional da rede.

Dessa forma, muito embora o CEPEL, necessariamente, tenha que intensificar a qualificação da força de trabalho, esse esforço pode não ser compensador (para o Centro), na medida em que permaneçam os deliberados estímulos governamentais para a saída de pessoal do setor público.

c) Alocação de Pessoal nas Atividades Fins

Uma outra orientação do CEPEL foi direcionar a força de trabalho mais para as atividades fins. A grande maioria do pessoal do CEPEL (próximo de 65,0%) envolve-se diretamente nas atividades técnicas mais especializadas de P&D; enquanto os 35,0% restantes se distribuem pelas divisões de suporte administrativo e financeiro. (Tabela 7.2)

Entretanto, em função do desequilíbrio em relação ao dinamismo de cada área, bem como da própria especificidade de cada uma delas, algumas destacam-se mais que outras em relação a quantidade e ao tipo de formação do pessoal envolvido nos projetos de pesquisa.

⁴ “O processo de produção e consumo dos conhecimentos tecnológicos só pode ser apreendido na dinâmica das **redes sócio-técnicas**, assim designadas por enfeixarem uma heterogeneidade de fatores e entidades: associações tecnológicas, econômicas, políticas, militares e jurídicas.” (TEIXEIRA, 1994, p. 12)

Dentre as áreas técnicas, pelo menos quatro divisões destacam-se entre as demais. Essas, totalizaram, em 1994, 36,0% do quadro de pessoal. São elas: Sistemas (10,3% dos funcionários), Materiais e Mecânica (10,0%), Eletrônica (8,8%) e Eletrotécnica (6,9%). A importância dessas divisões está, também, no fato de concentrarem a maioria do pessoal de nível superior, isto é, acima de 64,0%.

Por outro lado, existem setores fundamentais que necessitam ter um grande quadro de pessoal, como é caso do Núcleo de Manutenção Predial (13,4% do total). Nessa divisão, entretanto, os técnicos de nível médio são predominantes.

7.1.2.5 Destinação dos Recursos e Convênios Realizados

As principais parcelas do orçamento e dos recursos humanos do CEPEL estão direcionados para o aperfeiçoamento e desenvolvimento de produtos e processos. Cerca de 82,0% dos recursos orçamentários foram utilizados para tal finalidade; 10,0% foram destinados à realização de pesquisas básicas e os restantes 8,0% para as chamadas atividades rotineiras (testes, ensaios, análises, etc.).

Para viabilizar a realização da carteira de projetos, o CEPEL mantém permanentes contatos com instituições brasileiras e internacionais, com destaque para as Universidades do país. Observa-se, por exemplo, e certamente por razões, de um lado, ligadas a necessidade de complementação dos esforços relativos a realização de pesquisas básicas e, de outro, a necessidade de fomentar a formação de mão-de-obra especializada, compatível com suas necessidades, uma intensificação dos convênios do Centro com as Universidades brasileiras. Em 1994, dos 37 contratos assinados, 34 foram realizados com instituições de ensino e pesquisa; enquanto com os Institutos de Pesquisa, Concessionárias Nacionais e demais Empresas Nacionais foi mantido apenas um convênio, com cada instituição. (Tabela 7.12) No total, foram investidos nesses convênios acima de US\$ 2 milhões, distribuídos da seguinte forma, segundo a ordem de grandeza dos valores: Universidades - 76,5% dos recursos, Empresas Nacionais - 20,1%, Institutos de Pesquisa - 2,9% e, por último, as Concessionárias Nacionais de Energia Elétrica - 0,5%.

7.1.2.6 Nível de Atualização Tecnológica do CEPEL

O planejamento estratégico do CEPEL vem, sem dúvida, contribuindo para que o Centro alcance resultados satisfatórios nas atividades de P&D. Iniciativas de formação e qualificação de mão-de-obra são inegáveis exemplos nessa direção. Além disso, entretanto, investimentos visando a atualização tecnológica dos equipamentos do Centro são de grande relevância, na medida em que contribuem para dinamizar as atividades técnicas e administrativas. Tal objetivo só será alcançado através de uma permanente renovação dos equipamentos que dão suporte às pesquisas. A adoção da informática, como ferramenta de apoio, é um exemplo disso.

Os recursos de informática do CEPEL, em seu estágio mais avançado, passaram a ser compartilhados através de uma rede corporativa. Atualmente, a empresa conta com cerca de 350 microcomputadores, na sua grande maioria do tipo 486. Destes, 180 na unidade do Fundão e 20 em Adrianópolis, já estão conectados em rede. Possui, ainda, 23 Estações de Trabalho com tecnologia RISC (com sistema operacional UNIX) e 18 X-terminais (terminais gráficos de alta resolução, que executam aplicativos baseados em janela, segundo o padrão X-Windows/UNIX) na unidade do Fundão; além de uma Estação de Trabalho e de um X-terminal, em Adrianópolis.

Conforme a prioridade e a natureza das atividades do Centro, há computadores que demandam utilização permanente, como no caso de projetos diretamente contratados ou atividades administrativas. Para a maioria dos projetos de pesquisa, no entanto, utilizam-se equipamentos instalados em laboratórios de computação compartilhados entre os diversos pesquisadores, todos ligados em rede.

7.1.2.7 Novos Direcionamentos das Atividades de Pesquisa Centro

O CEPEL atua realizando P&D nas diversas etapas que caracterizam a cadeia de produção e consumo de energia elétrica. Dessa forma, os programas abrangem desde atividades na área da geração até a utilização de eletricidade, passando pelos diversos aspectos inerentes ao transporte (transmissão e distribuição) dessa fonte energética. Além disso, amplia as atividades de pesquisa para áreas afins como, por exemplo, as relacionadas ao meio ambiente. Soma-se a essa atuação o acompanhamento de novas áreas do

conhecimento que possam, no futuro, marcar presença no setor, como, por exemplo, a supercondutividade e a inteligência artificial.

Dado que esse escopo é por demais abrangente, o CEPEL, tendo como marco decisório o seu plano estratégico, procura concentrar-se em sub-áreas específicas; muitas dessas resultantes do seu processo de aprendizado; muito embora algumas áreas emergentes sejam, também, foco de atenção por parte do Centro.

Como decorrência natural da evolução do sistema elétrico brasileiro, bem como devido as sinalizações por parte do novo modelo institucional do setor elétrico, o CEPEL procura concentrar os principais esforços de pesquisa na área de transmissão de energia elétrica. Atualmente, o Centro está revisando o planejamento estratégico. Nesse sentido, mesmo que as privatizações se intensifiquem, num primeiro momento, o CEPEL trabalha com a hipótese básica de que o sistema de transmissão será neutro, ou seja, função de Governo. Dessa forma, passou a concentrar mais de 50,0% das atividades de pesquisa na transmissão de eletricidade, as quais, por hipótese, deverão continuar a ser suportadas pelas empresas federais de transmissão, sócias fundadoras do Centro; ou mesmo uma empresa federal que viesse a se constituir.

Como já foi visto anteriormente, um dos objetivos estratégicos da ELETROBRÁS é viabilizar no país a transmissão à longas distâncias, no contexto de um espaço sócio-ambiental com características peculiares, que é a região amazônica. Balizado nessa estratégia, o CEPEL vem trabalhando com projetos de otimização de linhas; flexibilização de sistemas pela utilização da eletrônica de potência e modernização dos sistemas de supervisão, controle e automação; aplicação de inteligência artificial para dar eficiência aos sistemas; e, além disso, na recapacitação das instalações existentes no setor.

Entre as áreas tradicionais de pesquisa, além da transmissão, o CEPEL continua desenvolvendo projetos em atividades nas quais já acumulou um grande aprendizado como, por exemplo, na elaboração de instrumentos de apoio ao processo de planejamento e operação elétrica e energética do setor elétrico. Nesse sentido, aprofunda pesquisas nas seguintes sub-áreas de interesse: i) aprimoramento em metodologias de probabilidades de análise; ii) aplicação de modelos de otimização; iii) aplicação da teoria econômica em

sistemas de potência na emissão de sinais econômicos para a expansão ótima e desenvolvimento de novas técnicas de comercialização.

O Centro posiciona-se, além disso, como importante instrumento de apoio a projetos em áreas de atividades emergentes que, mais recentemente, tem ganho relevo sócio-econômico, gerando, inclusive, possibilidades de novos negócios na indústria da eletricidade, tais como: a) novas formas de geração de energia elétrica; b) desperdício de eletricidade; c) meio ambiente.

a) Novas Formas de Geração de Energia Elétrica

Em 1994, foi criado no CEPEL o Programa de Geração e Armazenamento Complementares - SGC, que abrange desde a geração solar (fotovoltaico e térmica), eólica e biomassa até a identificação e a aplicação da termoeletricidade convencional. Além disso, este Programa está voltado para o acompanhamento dos novos desenvolvimentos nas plantas de ciclo-combinado a gás e da realização de ações de pesquisas e ensaios que se relacionem aos sistemas e equipamentos aplicáveis aos produtores independentes, aos autoprodutores e aos cogeneradores de energia elétrica.

Entretanto, as iniciativas mais incisivas do CEPEL estão relacionadas as formas de geração solar e eólica. Estas iniciativas visam estabelecer as condições técnicas, institucionais e econômicas para se desenvolver tecnologias de geração que satisfaçam, principalmente, as necessidades das áreas rurais do país. Pelo menos 10 projetos ligados a esta vertente encontram-se em andamento no CEPEL. A quase totalidade desses projetos tem como cliente a ELETROBRÁS, em acordo cooperativo com a CHESF e, secundariamente, com a ELETRONORTE. São projetos que visam, principalmente, a implantação de sistemas nas regiões Norte e Nordeste do país.

O esforço para o desenvolvimento de atividades relacionadas à essas formas de geração evidencia-se, além de outros motivos, pelo fato dos investimentos estarem em crescimento absoluto. De US\$ 904 mil, em 1994, os investimentos do Centro em projetos nessas áreas subiram, em 1996, para pouco mais de US\$ 1,9 milhão, passando, em 1995, por US\$ 1,5 milhão.

Além disso, algumas ações de natureza institucional, por parte do governo federal, reforçam uma orientação mais pronunciada do CEPEL nessas atividades. Exemplo disso foi a indicação da Instituição, por parte dos Ministérios de Ciência e Tecnologia - MCT e das Minas e Energia - MME, como Centro de Referência de Desenvolvimento das Energias Solar e Eólica (iniciativa efetivada em 1995).

A realização dos trabalhos de pesquisa nas áreas da geração Solar e Eólica já conduziu a uma série de resultados, tais como: i) instalação de sistemas fotovoltaicos no Ceará e em Pernambuco; ii) início da instalação de sistemas híbridos, compostos por painéis fotovoltaicos, geradores eólicos e conversores rotativos, no projeto da Vila de Joanes, na Ilha de Marajó, no Estado do Pará; com parte dos equipamentos doados pelo Laboratório Nacional de Energia Renovável - NREL, do Departamento de Energia dos EUA - DOE; iii) estudo para o desenvolvimento de um projeto internacional de sistema termo-solar, em cooperação técnica com o Instituto Weizmann, de Israel, e com a Fundação Brasileira de Desenvolvimento Sustentável; iv) elaboração de um documento com propostas para uma política nacional nas áreas solar e eólica; v) realização, em Brasília, de um "Encontro para o Desenvolvimento das Energias Solar, Eólica e de Biomassa no Brasil".

Além disso, outros resultados foram alcançados no contexto da geração de eletricidade, tais como: a) início dos trabalhos do CEPEL nos projetos relativos aos sistemas isolados da Região Norte; b) formalização de um convênio de trabalho conjunto entre o CEPEL, a ELETROBRÁS, o MME e o DNDE no Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios - PRODEEM. Destaca-se, também, uma outra iniciativa governamental, de cunho mais abrangente, que foi a elaboração de dois termos de referência: um para a participação do CEPEL em projetos de interesse dos produtores independentes, dos autoprodutores e dos cogeneradores e outro voltado para a atuação na área de células combustíveis de produção de hidrogênio.

Dessa forma, percebe-se uma ampla gama de iniciativas do CEPEL e de outros órgãos governamentais que, diante da nova realidade institucional do setor, procuram se adequar às diversidades tecnológica e de agentes que estão emergindo na área da geração.

b) Desperdício de Energia

O CEPEL, ao engajar-se fortemente no Programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica - PROCEL, tornou-se o principal agente responsável pela P&D nessa área. Com isso, o Centro passou a desenvolver uma série de ações articuladas aos demais agentes do setor (consumidores, fabricantes de equipamentos, instituições de ensino e pesquisa, órgãos de normatização, etc.) que atuam no contexto do Programa.

Fruto desse processo de cooperação entre o CEPEL e os demais agentes, foram criados e estão sendo implementados uma série de projetos. Dentre outros, destacam-se:

- **junto aos fabricantes de equipamentos** - trabalhos de Etiquetagem de Refrigeradores, nos quais foram definidos índices mínimos de eficiência energética de refrigeradores à serem atendidos pela indústria brasileira e o desenvolvimento de um conjunto de projetos voltados para a otimização do funcionamento de motores, com resultados alcançados na melhoria da eficiência dos motores de 5, 10 e 15 cv.; Selo de Eficiência de Aparelhos Condicionadores de Ar do Tipo Janela, que buscam a melhoria desses equipamentos de refrigeração;
- **junto aos grandes consumidores** - com a PETROBRÁS o Centro desenvolveu projetos de Acionamento na Indústria Petroquímica, onde foi demonstrada a possibilidade de uma economia de energia superior a 90,0% nas bombas da Refinaria Duque de Caxias;
- **junto às empresas do setor elétrico** - com a ELETROBRÁS, além de outras iniciativas, realizou um Estudo de Materiais Ferromagnéticos, visando a redução de perdas em vazio dos motores nacionais.

c) Meio Ambiente

Os esforços anteriores nas atividades de pesquisa ligadas ao desperdício de energia elétrica e às novas tecnologias de geração, sem dúvida, podem ser de grande valia para a redução de impactos ambientais no setor. Entretanto, o CEPEL tem procurado dar uma contribuição mais ampla nessa área de atividade.

O CEPEL vem atuando, por exemplo, tanto nos problemas ambientais decorrentes da geração quanto da transmissão de energia elétrica. Enquanto em relação aos primeiros investiga os meios de minimizar a emissão de óxidos de enxofre e nitrogênio, por parte dos empreendimentos hidrelétricos, no tocante a segunda problemática desenvolve ações que possibilitarão o aumento da capacidade da transmissão de eletricidade, através da redução das faixas de passagens das linhas.

Por outro lado, o Centro, face a competência adquirida no processo de pesquisa relativo a modelagem do setor elétrico, tem se engajado no contexto dos projetos relativos ao planejamento estratégico do setor. Nesse sentido, trabalha, juntamente com a ELETROBRÁS, na criação de ferramentas e métodos que incorporem as variáveis sócio-ambientais no planejamento da expansão e da operação do setor. Dois projetos importantes, com essas características, são conduzidos pelo Centro. O primeiro, e principal projeto em execução, "Metodologia para a Análise Integrada de Impactos de Usinas Hidrelétricas", encontra-se na etapa final de desenvolvimento/detalhamento, tendo sido orçado em US\$ 410 milhões. Esta metodologia foi desenvolvida para ser incorporada ao Manual de Inventário Elétrico do setor, ora em fase de revisão.

O outro projeto "Aspectos Sócio-Ambientais no Planejamento de Sistemas de Transmissão na Amazônia", que conta com um orçamento no valor de US\$ 61 milhões, busca estabelecer as bases conceituais e definir os condicionantes para a inclusão da participação da sociedade no processo de planejamento dos sistemas de transmissão de energia elétrica. Além disso, objetiva propor uma maneira mais adequada de incorporar a avaliação de impactos ambientais no processo de planejamento de sistemas de transmissão de energia elétrica.

Além das áreas mencionadas acima, destaca-se a de Materiais. Nesta, os estudos relacionados a supercondutividade tem merecido atenção especial por parte do CEPEL.

7.1.2.8 Indicadores de Desempenho Tecnológico

a) Quantidade de Projetos Concluídos e em Execução

Em 1994, 71 projetos foram concluídos no CEPEL e 122⁵ encontravam-se em execução.

Entre os projetos concluídos, 80,0% (57 projetos) concentraram-se em apenas quatro Programas. São eles: O Programa de Tecnologia de Equipamentos e Instalações de Transmissão e Distribuição - TEC (18 projetos), o Programa de Extensão de Vida Útil e Recapacitação de Instalações Elétricas - EVR (16 projetos), o Programa de Supervisão, Controle e Proteção de Sistemas Elétricos - SUP (12 projetos) e o Programa de Planejamento e Operação Elétrica - POL (11 Projetos). Além desses, seguiram-se em importância na realização de projetos o Programa de Planejamento e Operação Energética - PON (8 projetos), e, por fim, os Programas de Automação da Distribuição - ADI e de Utilização de Energia - UTE (com 3 projetos realizados, cada). (Tabela 7.6)

No tocante aos projetos em execução, muito embora se difundam entre os diversos programas do Centro, alguns programas destacam-se entre os demais, por concentrarem uma maior quantidade. O Programa de Planejamento e Operação Elétrica - POL, por exemplo, agrega o maior número de projetos (23 projetos), seguido do Programa de Tecnologia de Equipamentos e Instalações de Transmissão e Distribuição - TEC (21 projetos). Esses dois Programas executam 36,0% dos projetos em andamento. Seguem os Programas de Utilização de Energia - UTE e de Supervisão, Controle e Proteção de Sistemas Elétricos - SUP (com 18 projetos em realização, cada), ladeados pelo Programa de Extensão de Vida Útil e Recapacitação de Instalações Elétricas - EVR (com 16 projetos); em seguida tem-se o Programa de Planejamento e Operação Energética - PON (11 projetos), o Programa de Automação da Distribuição - ADI (10 projetos) e, por último, o Programa de Sistemas de Geração e Armazenamento Complementares (num total de 5 projetos).

⁵ Esse número chegou a representar, em 1993, 129 projetos de pesquisa.

Dessa forma, é expressiva a dinâmica de realização de projetos pelo CEPEL, dando uma média, relativa a 1994, de 15,25 projetos/ano/programa. (Tabela 7.7)

b) Quantidade, Tipo e Valor das Plantas Piloto

Os resultados dos programas de P&D expressam-se, também, nos tipos e no valor das Plantas Piloto e Instalações Experimentais em funcionamento. Em 1994, o CEPEL contava com quatro unidades desse tipo, avaliadas num total de US\$ 2,5 milhões. Assim distribuídas: Solar PV (60,0%), Anemoceraunométrica (16,0%), LPNE (8,0%), Sistema de Medição Centralizada de Energia Elétrica (12,0%) e Monithidro (4,0%).

c) Gerar e Patentear Produtos

Uma boa gestão na realização de projetos de pesquisa traduz-se, normalmente, no desenvolvimento de novos produtos e processos em condições de serem patenteados. Além disso, geram diversos tipos conhecimentos formais e informais fundamentais para o desenvolvimento das atividades de inovação do Centro. Esses conhecimentos tecnológicos, evidentemente, constituem-se numa importante fonte de recursos que podem ser reinvestidos nas atividades de pesquisa.'

O CEPEL, como resultado desse esforço, a partir de 1991, conseguiu registrar 8 (oito) patentes no país; sendo a metade delas também registradas no exterior. Esse esforço culminou, por exemplo, com a obtenção, em 1994, de patentes relativas a um Medidor Eletrônico de Consumo Elétrico para Instalações de Baixo Nível de Consumo Mensal.

Muito embora o Centro tenha ampliado o registro de patentes, essas, ainda, não se constituem numa fonte de recursos financeiros para a Instituição. Por outro lado, os recursos recebidos pelo CEPEL, por conta do licenciamento de tecnologia própria, através de outros meios, como, por exemplo, a Assistência Técnica e o Licenciamento de *Know-how*, tem se ampliado. Esses recursos, entre 1990 e 1993, totalizaram US\$ 400 mil, ou seja, uma média de US\$ 100 mil anuais. Já em 1994, esse valor saltou para US\$ 250 mil, representando uma elevação média de 150,0%, se comparado a 1993. Até esse ano, esses recursos repartiam-se

igualmente entre aquelas duas modalidades. Em 1994, entretanto, 60,0% dos recebimentos passaram a ser provenientes do Licenciamento de *Know-how*. (Tabela 7.8)

d) Difusão dos Conhecimentos Científicos e Tecnológicos

A publicação de trabalhos técnicos também constitui-se num importante indicador do esforço do avanço nos conhecimentos gerados por uma organização voltada para a realização de P&D. Além disso, “contribui sobremodo no sentido da expansão do campo de ação dos pesquisadores, permitindo a mobilização de novos aliados.” (TEIXEIRA, 1994) No período compreendido entre 1990 e 1994, os pesquisadores do CEPEL publicaram 562 trabalhos técnicos, isto é, uma média de 112,4 trabalhos/ano. Em 1994, foram publicados 150 trabalhos, o que equívale a uma média, nesse ano, de 2,6 trabalhos para cada grupo de 10 pesquisadores. Parcela significativa desses artigos (30,7%) foi publicada em periódicos e revistas especializadas do exterior, revelando, não só o elevado nível de qualidade desses trabalhos, como, também, o esforço de divulgação internacional dos conhecimentos gerados pelo órgão. (Tabela 7.9)

e) Auto-avaliação de Desempenho

Tradicionalmente, o CEPEL pouco se preocupava com a aferição do seu desempenho na realização de atividades de P&D. A partir de 1993, entretanto, o Centro vem intensificando o acompanhamento dos projetos, visando quantificá-los em termos de resultados. Nesse sentido, todas as atividades realizadas passaram a ser referenciadas no denominado *Caderno de Contas*, onde são descritos objetivos, metodologia, marcos contratuais, resultados a serem alcançados, produtos a serem gerados, benefícios para o contratante e para o setor elétrico, em geral, cronograma de atividades e previsão de alocação de recursos humanos e financeiros durante a execução prevista do projeto. Estas informações passaram a compor um banco de dados, revisado anualmente; ao qual tem acesso de toda a rede corporativa.

Para o acompanhamento do andamento físico dos projetos foi desenvolvido um sistema que compara as previsões com as realizações em termos de: recursos humanos, recursos financeiros e progresso das atividades, além dos resultados alcançados. Atualmente,

este acompanhamento é feito de quatro em quatro meses, sendo avaliado através do chamado “Índice de Realização - IR”. O IR, consolidado sobre todas as atividades de pesquisa do CEPEL, mede o quanto foi realizado em relação ao planejado. A sua evolução, a partir de 1993, mostra um quadro favorável de desempenho no desenvolvimento de projetos. (Tabela 7.10)

7.2 Gestão dos Conhecimentos Tecnológicos nas Concessionárias de Energia Elétrica

O processo histórico de desenvolvimento do SEB, no contexto produtivo mais amplo do desenvolvimento da economia do país, levou a uma concentração das atividades de pesquisa no CEPEL. Nesse sentido, poucas atividades dessa natureza foram desenvolvidas, de forma sistematizada, no interior das concessionárias que prestam serviços públicos de energia elétrica.

Entretanto, existem no SEB algumas concessionárias que pelo fato de, por um lado, terem alcançado um estágio de organização mais avançado das atividades produtivas e, por outro, perceberem possibilidades abertas e não satisfeitas pelo modelo vigente, puderam optar pela constituição de algum tipo de modelo institucional próprio no tocante à realização de P&D. Entretanto, esse número é muito reduzido e, possivelmente, o caso mais representativo seja o de FURNAS. Outras concessionárias, entretanto, embora desenvolvam algumas atividades nessa área, não possuem um modelo explícito para a realização de P&D, ou seja, essas atividades disseminam-se no interior dos diversos projetos desenvolvidos, sem que haja maior clareza de propósitos em relação a esse fim. Outras, por fim, praticamente, nada fazem nessa área. Muito embora, nesses casos, demandem pesquisa e desenvolvimento de produtos e processos de outros agentes do sistema.

A seguir, traça-se um panorama das experiências de P&D realizadas por algumas concessionárias de energia elétrica do país, procurando ressaltar, além disso, as perspectivas organizacionais dessas empresas em relação ao desenvolvimento futuro dessas atividades.

7.2.1 FURNAS Centrais Elétricas S. A.

FURNAS, sem dúvida, destaca-se sobremodo no tocante à realização de atividades de pesquisa e desenvolvimento de produtos e processos (P&D), se comparada às demais concessionárias de energia elétrica do país.

O modelo de P&D de FURNAS está centrado, mais fortemente, em torno dos departamentos de engenharia. Esses departamentos exploram uma rede de agentes (internos e externos), visando absorver e gerar conhecimentos tecnológicos. Esse tipo de envolvimento, sem dúvida, fortaleceu a concessionária, contribuindo para torna-la uma das mais importantes do setor. Pode ser considerada, inegavelmente, um paradigma de excelência, por ter incorporado e gerado importantes inovações que dinamizaram e reestruturaram a empresa, em torno do desenvolvimento das atividades de projeto e construção de usinas, em particular as hidrelétricas, bem como na implantação de sofisticados sistemas de transmissão de eletricidade à longas distâncias.

7.2.1.1 Contexto da Capacitação Tecnológica de FURNAS

A capacitação profissional em FURNAS, na realidade, contempla um amplo processo de formação profissional de todo o corpo técnico da companhia, compreendendo, além de uma série de ações administrativas voltadas, principalmente, para a participação dos funcionários em diversos cursos de especialização,⁶ o envolvimento direto desses funcionários nas ações cotidianas, como numa espécie de aprendizado permanente.

Selecionou-se para análise do quadro da capacitação tecnológica de FURNAS os órgãos mais diretamente ligados à Superintendência de Engenharia - SE, pela importância que possuem para o processo de inovação tecnológica. O planejamento, coordenação e controle das atividades de engenharia da empresa são desenvolvidos por essa Superintendência, que, por sua vez, está subordinada à Diretoria de Planejamento,

⁶ O processo de capacitação profissional dos funcionários de FURNAS, na atualidade, concentra-se, fundamentalmente, no país. Tais atividades são mais direcionadas para a realização de cursos de treinamentos, voltados para a especialização da mão-de-obra. Em 1994, foram desenvolvidas 9.390 atividades de treinamento, sendo, 37,4% de atividades administrativas, 26,6% técnicas, 16,7% na área da informática, 10,5% direcionadas para o programa de qualidade total e os restantes 8,8% relativos a gerência. Por outro lado, percebe-se que a empresa, possivelmente em função das restrições orçamentárias, reduziu o ritmo de investimentos com esse fim. Entre 1991 e 1994, os investimentos nessas atividades situaram-se numa média anual de US\$ 7,44 milhões.

Engenharia e Construção. A SE reúne os diversos Departamentos de Engenharia da companhia, com destaque para os de Engenharia Civil, Elétrica, Mecânica, Telecomunicações e, mais recentemente, o de Conservação de Energia. São das atividades realizadas por estes Departamentos que emergem as principais demandas de P&D. Portanto, é fundamental tomar conhecimento da natureza e do escopo desses trabalhos.

O Departamento de Engenharia Civil adquiriu forte capacitação tecnológica atuando na gerência técnica dos estudos e projetos dos empreendimentos hidrelétricos nas fases de inventário, viabilidade, projeto básico e executivo. Além disso, na fase operativa, através da auscultação permanente e contínua das obras (barragens e estruturas anexas), experimentou enorme avanço do conhecimento da engenharia civil relacionada a construção de barragens, na medida em que procurava garantir a performance prevista pelo projeto, principalmente quanto à segurança das mesmas. As tendências tecnológicas para esse tipo de engenharia apontam para uma certa continuidade. Em função disso, os seguintes tópicos deverão permanecer em evidência quanto à necessidade de capacitação do quadro técnico: *Tecnologia dos Materiais* - considerando, principalmente, a utilização dos tipos não convencionais na concepção de projetos de porte, junto à intensa pesquisa a nível laboratorial para determinação de parâmetros, entre outras características; *Modelagem Matemática* - com ênfase na aplicação e estudos no plano determinístico, estatístico e híbrido, para simulação de desempenho de estruturas, face às hipóteses de solicitação; *Interação de resultados com Modelos Físicos e Matemáticos*; *Auscultação por sensoriamento remoto*.⁷

O Departamento de Engenharia Elétrica engendrou esforços de capacitação de pessoal na concepção e na coordenação de projetos elétricos de usinas, subestações e linhas de transmissão, incluindo a elaboração da especificação e o acompanhamento da aquisição dos equipamentos elétricos e materiais inerentes às instalações. Como tendências marcantes em relação ao escopo de atuação deste Departamento, ressalta-se a necessidade da atualização do corpo técnico nas áreas de tecnologia digital (métodos digitais de proteção, controle e supervisão das subestações), redes de comunicação de dados, fibras ópticas e programação de *softwares*. Tradicionalmente, o corpo técnico deste Departamento é composto, em sua grande maioria, por engenheiros eletricitas e um número (ainda) reduzido de engenheiros eletrônicos. Entretanto, a partir da intensificação do uso da eletrônica nos diversos sistemas e

⁷ Essas observações sobre a capacitação tecnológica dos Departamentos de Engenharia de FURNAS, assim como algumas informações adicionais feitas nesse item, estão apoiadas em FRONTIN et al (1995).

equipamentos, verifica-se uma tendência tanto à ampliação do número desses engenheiros quanto de uma maior capacitação dos eletricitistas nos conhecimentos de eletrônica.

O Departamento de Engenharia Mecânica responsabiliza-se pela contratação dos principais equipamentos mecânicos e sistemas auxiliares para os empreendimentos de geração e transmissão de energia elétrica. Possui engenheiros especializados nas áreas de máquinas hidráulicas, equipamentos hidromecânicos e de elevação/movimentação de cargas, tubulações industriais, etc.. A absorção dos conhecimentos de ponta, por parte do seu corpo de especialistas, vem envolvendo, inclusive, o projeto de modelagem estrutural por elementos finitos, transientes hidráulicos e a utilização de recursos de informática, principalmente no tocante a tecnologia CAD, visando a eliminação de interferências e a elaboração de maquetes eletrônicas que possibilitem verificar, em modelo, o comportamento futuro do protótipo. Além disso, estão atentos aos avanços tecnológicos nas áreas de sistemas de controle computadorizado, denominados sistemas inteligentes (que permitem a utilização de controles sofisticados e maiores graus de proteção e redução de consumo de energia) e da Mecatrônica - união entre a Robótica e a Mecânica.

O Departamento de Telecomunicações tem como finalidades planejar, especificar, contratar, acompanhar a fabricação, implantar e legalizar os sistemas de telecomunicações da empresa. Os processos de digitalização e de integração das telecomunicações com os sistemas de informação (Teleinformática) provocam fortes repercussões sobre essa área e, conseqüentemente, sobre o Departamento. FURNAS empenha-se, no momento, num intenso processo de digitalização do Sistema de Telecomunicações, envolvendo o uso de Fibras Ópticas, Rádios Digitais, Centrais Digitais Temporais por Programa de Armazenamento, Redes Locais de Computadores e Redes de Pacotes. Para tal, está sendo imprescindível o treinamento do corpo técnico envolvido, voltado para absorção dos conhecimentos na área de sistemas digitais. Esse treinamento, segundo FRONTIN et al (1995), face a um certo despreparo das Universidades brasileiras nessa área, em particular em relação às questões de conteúdo mais prático, vem sendo apoiado por especialistas de empresas de telecomunicações e de informática.

O Departamento de Conservação de Energia foi formalizado mais recentemente (1993) na estrutura organizacional da empresa, ficando incumbido de zelar pela "função

desperdício de energia” no interior e fora da organização. No campo da tecnologia associada aos métodos e procedimentos de engenharia, FURNAS vem adquirindo capacitação, principalmente, na utilização de *softwares* especializados para conservação de energia. Com relação a tecnologia aplicada em equipamentos e sistemas mais eficientes, a equipe de conservação ainda encontra-se no estágio de conhecimento do estado da arte, procurando, entretanto, manter-se atualizada nesse ramo do conhecimento.

O diagnóstico sobre o estágio de qualificação dos engenheiros da Superintendência de Engenharia de FURNAS revelou que, dos 262 engenheiros, o maior efetivo é de eletricitistas (39,3%), seguido dos engenheiros civis (31,3%). Estas duas formações ainda continuam responsáveis pela maioria do quadro (acima de 70,0%). Também fazem parte do corpo técnico engenheiros mecânicos, eletrônicos, operacionais, agrônomos, de telecomunicações, cartográficos e metalúrgicos; (Tabela 7.16) a grande maioria dos profissionais (acima de 72,0%) possui mais de 40 anos de idade (Tabela 7.3); é elevada a concentração de profissionais entre 15 e 24 anos de experiência (58,4%). (Tabela 7.18)

Essa situação, em primeiro lugar, aponta para a necessidade de diversificação do quadro dos diversos tipos de engenharia da empresa; muito embora a engenharia civil e a elétrica ainda devam permanecer como dominantes na estrutura. Depois, será fundamental o desenvolvimento “de um trabalho de planejamento, envolvendo a transferência de capacitação - o *know-how* adquirido - para os novos profissionais, de modo a preparar a empresa para atender as necessidades do futuro.” Além disso, a nítida desproporção entre os engenheiros que possuem entre 15 e 24 anos de experiência e os demais “aponta carência de reservas técnicas, e recomenda ações específicas de modo a revitalizar o corpo técnico.” (FRONTIN et al, 1995, p. 2)

Por outro lado, é fundamental, no momento, que o quadro de jovens esteja motivado para o trabalho. A falta de motivação é, sem dúvida, um elemento inibidor da absorção de conhecimentos por parte do corpo técnico. Além disso, é importante que a empresa intensifique as ações sobre o ambiente externo, em particular as universidades, no sentido de trabalhar em parcerias, face às novas exigências da demanda por profissionais qualificados.

7.2.1.2 O Sistema de P&D de FURNAS

FURNAS, para viabilizar o dinamismo das suas atividades empresariais, conta com uma extensa rede de pesquisa. Além de uma descentralizada rede interna, voltada para a realização de P&D, articula-se à uma rede externa, envolvendo, principalmente, universidades, centros de pesquisa e outras importantes empresas do país e do exterior. (FURNAS, 1995a)

Entre 1991 e 1994, os gastos com P&D em FURNAS giraram em torno de 0,2% do seu faturamento bruto. Nesse período, investiu nessa atividade US\$ 22,09 milhões. O percentual do faturamento investido em P&D foi sempre crescente, de um mínimo de 0,16%, em 1991, à um máximo de 0,25%, em 1994; resultando, com o tempo, em valores absolutos também mais elevados, o que é um indício da permanente preocupação da empresa com esse tipo de atividade.⁸ (Tabela 7.15)

A P&D Intra-muros

Participam da estrutura interna de P&D de FURNAS os seguintes órgãos:

- Laboratório de Medidas Elétricas e Eletrônicas;
- Laboratório de Solos e Concreto;
- Centro de Treinamento Avançado com Simulador de Centrais Nucleares;
- Centro de Treinamento para Operação e Manutenção de Usinas Hidrelétricas e Subestações;
- Centro de Treinamento para Construção e Fiscalização de Obras de Transmissão de Energia Elétrica;
- Centro de Simulação de Sistemas Elétricos.

⁸ Entretanto, comparados com outras empresas internacionais do mesmo ramo, esses valores podem ser considerados ainda muito tímidos, principalmente por tratar-se de uma organização do porte e da importância produtiva e comercial de FURNAS. Os investimentos médios em P&D por parte de um grupo selecionados de empresas internacionais de energia elétrica giraram, em 1989, em torno de 2,6% das suas receitas. (Tabela 7.21)

A Rede Externa

Destacam-se as seguintes instituições com as quais FURNAS mantém convênios de cooperação e intercâmbio científico e tecnológico: CEPEL, Universidades (Fundação Universidade de Brasília, PUC do Rio de Janeiro, Universidade Católica de Goiás, Universidade Católica de Petrópolis, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Universidade de São Paulo, Fundação de Ensino Superior de Passos, Universidade do Estado de Minas Gerais, Escola Superior de Agricultura de Lavras, Instituto Nacional de Propriedade Industrial - INPE e Empresa de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, entre outras). Em 1994, apenas com as instituições nacionais foram realizados 26 convênios tecnológicos. (FURNAS, 1994)

A empresa participa também de diversas entidades internacionais, entre as quais destacam-se: CIGRÉ (Conférence Internationale des Grands Reseaux Electriques a Haute Tension), CIER (Comissão de Integração Elétrica Regional), CIGB (Comitê Internacional de Grandes Barragens) e CME (Comitê Mundial de Energia). Além disso, desenvolve projetos conjuntos com empresas especializadas internacionais e concessionárias estrangeiras de energia elétrica.

Em 1994, FURNAS investiu próximo de US\$ 1,2 milhão em acordos de cooperação, convênios e contratos tecnológicos com instituições nacionais e estrangeiras. (Tabela 7.20) Entre as treze modalidades de atividades de projetos, envolvendo os diversos tipos de instituições, oito foram direcionadas para os centros de pesquisa. À essas organizações foram destinados 53,3% dos recursos envolvidos; seguido das universidades, com 27,2%, e das concessionárias de energia elétrica estrangeiras, com 17,0%.

7.2.1.2.1 Principais Grupos de P&D Atuantes em FURNAS

Os projetos de P&D mais recentes em FURNAS estão sendo desenvolvidos por treze grupos de pesquisa⁹, que operam, basicamente, em função das demandas geradas pelos diversos Departamentos de Engenharia da empresa.

⁹ Essa e as demais informações relativas aos grupos de P&D que atuam em FURNAS foram elaboradas com base no cadastro do CNPq denominado Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil - Versão 2.

Os profissionais pertencentes à esses grupos possuem excelente qualificação técnica. Acima de 45,0% dos funcionários (49 profissionais) são graduados; entre esses, 30,6% (15 profissionais) possuem nível de pós-graduação (mestres ou doutores). O restante do quadro, em sua grande maioria (44,4%), são técnicos especializados de nível médio.

Onze grupos concentram suas pesquisas nas áreas de engenharia elétrica e dois em engenharia civil. Os trabalhos desses grupos¹⁰ desenvolvem-se através das atividades relacionadas a vinte e nove linhas de pesquisa. Quatorze delas possuem forte conteúdo em engenharia elétrica e as restantes nas atividades de engenharia civil. No entanto, embora em proporção bem menor, os grupos com áreas de concentração na engenharia civil são os que desenvolvem mais da metade do número de linhas de pesquisa da empresa (15 linhas). Além disso, esses dois grupos agregam o maior número de pesquisadores (63,8%, de um total de 108 profissionais), permitindo-lhes realizar um volume maior de atividades.

Uma primeira evidência sugerida pelos dados anteriores é que as engenharias civil e elétrica ainda catalisam as atividades de P&D no interior da empresa, fruto da estrutura e das opções tecnológicas feitas no passado. Por outro lado, observa-se uma maior presença dos grupos que concentram suas atividades de P&D na engenharia civil. Isso se dá, certamente, devido a forma com que foram conduzidas as realizações dos projetos das grandes barragens no país, gerando demandas locais que passaram a refletir a necessidade de formação de equipes de pesquisa internas e externas especializadas, principalmente nas universidades, ligadas à essa área de formação, representadas, na empresa, pelos grupos de Tecnologia de Concreto e de Geotécnica Aplicada.¹¹

No entanto, o fato dos grupos de pesquisa que possuem área de concentração predominante em engenharia elétrica serem de formação recente (a maioria foi formada nesta década), pode sugerir uma certa mudança atual de postura, por parte de FURNAS, no tocante à forma institucional de realização da P&D, uma vez que esse tipo de atividade era, normalmente, direcionada para o CEPEL ou realizada pelos próprios fabricantes. Uma outra característica importante, relativa ao conjunto das linhas de pesquisas concentradas em

¹⁰ Entre os treze grupos de pesquisa estudados, dez foram formados na década de 90, dois nos anos 80 e um ainda no final da década de 60. (Tabela 7.19)

¹¹ Enquanto esse último foi formado em 1987, o primeiro foi constituído, no final dos anos 60, quando a companhia dava os primeiros passos.

engenharia elétrica, é o fato de, entre as quatorze linhas, a metade unir à essa especialidade os conhecimentos relacionados à engenharia eletrônica, principalmente nas áreas de instrumentação eletrônica, controle de processos, eletrônica industrial e sistemas eletrônicos de medidas e controle. Isso constitui-se, no momento atual, num dado revelador da interdisciplinaridade desses conhecimentos, exigindo da empresa uma postura mais agressiva no sentido de absorver inovações nessa área. Daí, a necessidade de formação dos grupos de P&D.

Ressalta-se, também, que embora demandando diversos tipos de inovações, a engenharia mecânica e a de telecomunicações, assim como a relacionada a conservação de energia elétrica, não tomaram parte desse tipo de atividade no interior da empresa.

O resultado do trabalho de pesquisa dos diversos grupos pode ser avaliado por meio da difusão dos conhecimentos gerados, através das publicações de trabalhos técnicos e científicos (artigos, teses, etc.) e da geração de produtos à serem (ou já) patenteados. Nos anos 1993 e 1994, pelo menos oito estudantes, em sua maioria de graduação, envolveram-se nas atividades de pesquisa desses grupos. Nesse mesmo período, foram feitos três pedidos de patentes e mais três foram obtidas,¹² sendo uma delas comercializada. Além disso, foram publicados vinte artigos (metade em periódicos científicos estrangeiros especializados e a outra metade em periódicos nacionais); foram apresentados em anais de congressos cerca de vinte e oito resumos de trabalhos técnicos. Adicionalmente, um dos pesquisadores defendeu uma tese de doutorado em uma Universidade européia e outro participou na orientação de uma tese de mestrado, em uma universidade brasileira.

7.2.1.3 Gestão dos Conhecimentos Tecnológicos em FURNAS

Embora FURNAS, comparada às demais concessionárias do país, apresentasse um bom desempenho em relação ao desenvolvimento tecnológico, essas atividades passaram a carecer de uma sistematização interna que pudesse dar clareza e sentido aos propósitos mais recentes em relação ao futuro. Exemplo disso é a necessidade da incorporação na estrutura da empresa das inovações relacionadas a engenharia eletrônica e a tecnologia de informação.

¹² Uma em 1993 (referente a um Patim de Rolos para Cargas de Grande Porte) e duas em 1994 (Coletores por Filme de Mercúrio e um Aparelho Portátil para Aferir Controladores de Temperatura por Banho de Óleo com Proteção Contra Escoamento Acidental).

Em vista disso, FURNAS, no âmbito das ações envolvidas na implantação de um Sistema de Qualidade, passou a se mobilizar, também, visando a implantação de um **Sistema de Gestão dos Conhecimentos Tecnológicos**. A organização desse sistema passa pelo pressuposto de que grande parte dos conhecimentos indispensáveis ao desenvolvimento das atividades atuais e futuras estariam incorporados nas pessoas, nos produtos, nos processos produtivos e nos documentos gerados no interior da empresa. Além disso, existiriam diversos tipos de conhecimentos passíveis de absorção, mas em poder dos agentes externos com os quais a companhia mantém ou deveria estreitar relações. (FURNAS, 1996)

No cerne desse processo de gestão dos conhecimentos tecnológicos está a visão da informação como um dos **ativos** da empresa. Portanto, passível, também, de comercialização. Como medi-lo, contabiliza-lo, valoriza-lo, comercializa-lo e compartilha-lo entre os diversos agentes? Como ter e dar acesso à essa base de informações tecnológicas reunidas na companhia? São questões chaves levantadas, postas no âmago do processo de gestão, e que passaram a se constituir num grande desafio de resposta para FURNAS.

Já a partir do final dos anos 80, FURNAS dava os primeiros passos no sentido de melhor organizar-se em relação a esse aspecto. Reconhecendo a necessidade de introduzir uma nova visão de negócios na área tecnológica, a empresa passou a adotar uma postura estratégica mais crítica e agressiva em relação ao tema. Exemplo disso foi a implantação de procedimentos internos objetivando estabelecer uma prática sistemática de **proteção dos conhecimentos** gerados. Para tal, contou com a utilização dos próprios recursos humanos e financeiros, procurando, entretanto, absorver algumas experiências já realizadas por outras empresas (estatais e privadas) do país. Dentre essas, a PETROBRÁS, a IBM e a White Martins.

Em paralelo, foram eleitas quatro grandes áreas onde FURNAS deveria atuar no sentido da organização dos conhecimentos acumulados ou à serem gerados: transferência de tecnologias, patentes, *softwares* e publicações técnicas. Feito isso, passou a implementar mecanismos de fortalecimento das relações entre os diversos agentes internos (ligados as áreas operacionais, jurídica, *marketing*, biblioteca, etc.) e externos (Universidades, INPI e outras entidades), visando o fortalecimento da sua atuação nessas atividades.

Além disso, FURNAS passou a implementar diversas ações de **qualificação do corpo técnico**. Um passo fundamental nesse ponto foi a organização e montagem de diversos bancos de dados. Dentre esses, destacam-se: a) Banco de Dados sobre Treinamentos; b) Banco de Dados sobre Capacitação Tecnológica; c) Sistema de Disseminação dos Conhecimentos. Aqui, além da organização de um sistema informatizado de informações, o que importa para a companhia é difundir essa massa de conhecimentos tecnológicos no interior da empresa, agregando valor às informações, na medida em que o corpo técnico passe a ter acesso e a utilizar tais conhecimentos nas atividades cotidianas.

A arquitetura geral do sistema de gestão dos conhecimentos tecnológicos de FURNAS compõe-se, basicamente, de dois serviços em fase de implantação e à serem operados via Internet: 1) Gestão do SGTD, composto pelos Acervos Técnicos de FURNAS¹³ e dos clientes; 2) Gestão do TEMANET, contendo informações tecnológicas sobre FURNAS, do mercado e dos clientes. Essa rede é complementada com os chamados Agentes Provedores de Informações Tecnológicas dos Serviços. Dentre outros, destacam-se: a ANPEI, instituições de fomento (CNPq, FINEP, MCT), ABNT, INPI, CEPEL, etc.).

A organização e montagem desse sistema de gestão vem contando com o apoio financeiro de algumas empresas interessadas nos diversos negócios que podem ser gerados no contexto desse sistema, na medida em que os clientes de FURNAS constituem-se num dos mais importantes segmentos do mercado de energia elétrica do país. A Xerox do Brasil, por exemplo, está investindo US\$ 910 milhões e a Visual Net US\$ 170 milhões.

Dessa forma, a P&D desenvolvida por FURNAS passa a ser parte integrante de um sistema mais amplo de gestão dos conhecimentos tecnológicos, podendo, inclusive, ser muito mais dinamizada frente aos novos interesses de negócios da companhia.

¹³ Um exemplo disso é a implantação do Sistema de Documentação Técnica em Meio Digital, visando modernizar e informatizar o valioso Arquivo Técnico de FURNAS. Isso vai tornar disponíveis, aos equipamentos que estão ligados em rede, dados e imagens, possibilitando uma recuperação rápida, assim como a extração de cópias, através de sistemas de consulta especialmente desenvolvidos para este fim. (FRONTIN, 1996a)

7.2.2 Centrais Elétricas do Norte do Brasil. S.A. - ELETRONORTE

A ELETRONORTE, não na mesma intensidade que FURNAS, realizou algum aprendizado na prática de projeto e construção de usinas hidrelétrica e termelétricas. Por outro lado, ainda não adquiriu uma visão tão nítida, quanto a de FURNAS, no tocante a gestão dos conhecimentos tecnológicos.

A empresa propugna por um maior envolvimento com diversos agentes da economia e, nesse sentido, visualiza a necessidade de intensificar, por exemplo, a busca de fontes externas de tecnologia. Aponta a associação com as empresas internacionais e com as universidades como a forma mais importante de realização dos novos empreendimentos. Muito embora, também veja como relevante nesse processo a associação com empresas nacionais. Isso constitui-se, é bem verdade, num primeiro passo no sentido da absorção de novos conhecimentos.

De fato, quando observa-se os números referentes ao pagamento de licenciamento de tecnologia por parte da ELETRONORTE, fica evidente a necessidade da empresa de desenvolver um esforço interno coordenado visando a redução dos gastos relativos a essa rubrica. No período 1990/94, por exemplo, houve uma elevação nesses pagamentos próxima de 200,0%, que passaram de US\$ 656 mil, em 1990, para US\$ 1,9 milhão, em 1994. (Tabela 7.13) Neste mesmo ano, o pagamento de *know-how* constituiu-se na principal parcela desses gastos (84,4%), seguida da assistência técnica (11,6%). A empresa, pelo menos nesse período, não desembolsou recursos com o pagamento pelo uso de patentes.

Por outro lado, é bastante tímida (para não dizer inexistente) a integração da empresa com as Universidades, no sentido de desenvolver projetos cooperativos conjuntos. Em 1994, por exemplo, do total de recursos destinados para esse fim, ou seja, US\$ 2,7 milhões, as Universidades participaram com menos de 1,0% desses recursos. (Tabela 7.14)

As demandas mais latentes de P&D da empresa são dirigidas ao CEPEL, constituindo-se, provavelmente, num dos motivos que inibem a atuação mais incisiva da empresa nessa área, face aos vínculos institucionais com essa instituição.

Mais recentemente, a partir da emergência de um novo contexto produtivo e comercial, onde a qualidade dos serviços bem como a melhoria da produtividade tornaram-se critérios relevantes no planejamento, e, além disso, emergiram inúmeros problemas relacionados ao meio ambiental, a ELETRONORTE vem sendo forçada, pelas circunstâncias, a organizar-se visando adquirir capacitação técnica e organizacional nessas áreas. Esse fato coloca para a empresa os desafios de adotar novos métodos de gestão e de introduzir tecnologias de informação e de digitalização, que poderão dar uma maior eficácia e agilidade aos processos produtivo e administrativo.

Em função disso, a ELETRONORTE passou a recorrer largamente aos fornecedores dessas tecnologias. É preciso, entretanto, organizar-se internamente no sentido dessa absorção visando, posteriormente, uma ampla difusão desses conhecimentos no interior da empresa. Isso, entretanto, vai requerer uma real capacitação tecnológica da mão-de-obra.

Além disso, como a **questão ecológica** tornou-se vital na implantação dos projetos da ELETRONORTE, esse paradigma, junto ao da **qualidade**, poderiam direcionar a condução das demais ações organizacionais e tecnológicas da empresa, como uma espécie de guias do processo de inovação.

Nesse sentido, mais do que fazer um *marketing* visando o convencimento da população em relação as suas ações produtivas na região, a empresa deveria assumir o desafio de liderar um processo de inovação nessa área, gerando inúmeras oportunidades de negócios, no contexto de um amplo sistema de **gestão tecnológica**.

7.2.3 Companhia Paulista de Força e Luz - CPFL

Como mostrou-se anteriormente, a CPFL realiza um amplo esforço interno na realização de projetos voltados para o sistema de distribuição de energia elétrica; seja o sistema elétrico, propriamente dito, ou o sistema suporte. Entretanto, quando se analisa a natureza desses projetos, bem como a forma de implementação, é possível constatar que a função P&D não é nítida no interior da empresa, difundindo-se, ou mesmo rarefazendo-se, através das diversas atividades implementadas nos projetos.

Pelo que se pode perceber, os projetos mais recentes desenvolvidos pela empresa e relativos, por exemplo, ao sistema elétrico, passaram a ter um conteúdo que contempla, além das áreas de engenharia e de tecnologia elétrica, a engenharia eletrônica e a de automação. Além disso, o uso de um ferramental matemático e estatístico bem como os procedimentos relativos a engenharia de produção passaram a assumir grande importância nas atividades de projetos da empresa. Em sua grande maioria, esses projetos incorporam a necessidade de realização de atividades de desenvolvimento, adaptação e melhoramento do desempenho de produtos (ou processos) e envolvem, em alguns casos, inclusive, a realização de algum tipo de pesquisa aplicada.

Os projetos relativos ao sistema suporte da CPFL, por sua vez, também passaram a incorporar um forte conteúdo de tecnologia da informação e de engenharia eletrônica, que, além da necessidade de realização de atividades tecnológicas de rotina, necessitam de algum tipo de pesquisa aplicada.

Essas ações refletem um procedimento da empresa de tentar acompanhar o forte processo de inovação tecnológica e organizacional. Por outro lado, esse esforço carece de uma sistematização na organização dos projetos, que oriente a companhia no sentido da valorização das informações tecnológicas. Enfim, a empresa necessita implantar um processo de gestão das informações condizentes com os novos propósitos empresariais.

Embora não exista, por assim dizer, um modelo institucional interno de P&D na CPFL, é alentador o fato da companhia suprir grande parcela das necessidades de pesquisa através da realização de projetos cooperativos em parceria com as Universidades. Ao mesmo tempo, demanda poucos serviços tecnológicos do CEPTEL.

7.2.4 Companhia Paranaense de Energia COPEL¹⁴

A COPEL é um exemplo de concessionária que possui um modelo próprio de realização de P&D. Esse modelo procura extrair o máximo de possibilidades de avanços nos

¹⁴ A referência a COPEL se dá pelo fato dessa concessionária possuir um modelo explícito para a realização das atividades de P&D, sendo, por esse motivo, interessante sua citação, muito embora não conste da amostra de empresas selecionada para estudo.

conhecimentos científicos com base numa forte relação com a Universidade Federal do Paraná - UFPR.

Nesse sentido, mantém, sob forma de convênios com esta Universidade, o Centro de Hidráulica e Hidrologia Professor Parigot de Souza - CEHPAR e, nas áreas de Eletrotécnica e Eletrônica, o Laboratório Central de Eletrotécnica e Eletrônica - LAC que, além da realização de diversos tipos de eventos, tais como cursos, seminários, palestras, *workshops*, etc., desenvolve projetos e realiza diversos tipos de ensaios (de alta e baixa tensões, metrológicos) e análises químicas.

O CEHPAR cuida do desenvolvimento de estudos e de modelos reduzidos, principalmente para usinas hidrelétricas; estudos diversos relativos à barragens, instrumentação, capacidade de vazão, modelos matemáticos, dentre outros; modelos para a avaliação da expansão de sistemas elétricos; metodologia para a quantificação da evaporação em reservatórios; modelos de previsão de vazões médias diárias; sistema informatizado para o acompanhamento da operação de reservatórios; etc. Além disso, o Centro realiza cursos diversos, tal como o de modelos em hidrologia estocástica, e apoia cursos de pós-graduação em engenharia hidráulica da UFPR, voltados para a formação e capacitação dos seus pesquisadores, através da realização de teses de interesse da COPEL.

Concluindo o capítulo, diria que, na realidade, o CEPEL continua sendo a principal opção para a realização de P&D no SEB. Empresarialmente, o Centro fez, efetivamente, o que deveria ser feito para enfrentar as incertezas e os novos desafios que se configuram para o setor, ou seja, organizou-se de acordo com uma estrutura administrativa flexível, em condições de enfrentar o momento de transição setorial. O principal desafio, sem sombra de dúvida, é o da convivência com novos atores no setor, onde a iniciativa privada tende, novamente, a ocupar grandes espaços na cadeia de produção de energia elétrica do país, redefinindo a forma de atendimento das demandas tecnológicas. Nesse sentido, o Planejamento Estratégico Tecnológico - PET, ora em curso no Centro, visa confirmar a conveniência de reforçar as áreas de pesquisa que seriam mais demandadas nesse novo modelo. O fato do CEPEL direcionar parcela significativa dos recursos para as atividades de transmissão de energia elétrica parece ser extremamente acertado. Em primeiro lugar, porque o Centro já desenvolveu um longo processo de aprendizado sobre a P&D nessa área; depois,

pelo fato de ainda permanecer como objetivo estratégico do setor a continuidade da interligação do SEB, esgotando o potencial de ganhos de eficiência econômica nessa direção; e, em terceiro lugar, devido a possibilidade, apontada pela legislação atual, dessa parte da cadeia produtiva ainda permanecer sob o controle do Estado.

Por outro lado, o CEPEL procura também diversificar as atividades de P&D, vislumbrando possibilidades de atuação futura em novos nichos de mercado dessa indústria. O aprofundamento das pesquisas na área das fontes alternativas de energia, em particular visando a descentralização da geração de energia elétrica, parece ser uma estratégia interessante, na medida em que aponta para cobrir necessidades energéticas impossíveis de serem atendidas através das soluções técnicas e econômicas convencionais, merecendo, portanto, um tratamento preferencial e diferenciado por parte do Estado. Nesse sentido, não só a geração eólica e solar deveriam ser privilegiadas mas, também, a geração com base na biomassa, devido a imensa potencialidade do país em relação a essa fonte energética. Nesse âmbito, o CEPEL deveria aprofundar, ainda mais, o fomento de iniciativas que envolvessem os diversos agentes econômicos e sociais, em particular, dos contextos locais onde essas tecnologias tenham maior viabilidade de aplicação.

No tocante a realização de pesquisas relacionadas ao meio ambiente, percebe-se que o Centro vem cuidando, de imediato, das questões mais exploratórias, fundamentais, entretanto, para dotar o setor de condições que permitam organizar-se para a tomada de decisões de médio e longo alcance, relacionadas a essa problemática.

Muito embora tenha havido um grande avanço em relação as ações de P&D voltada para a conservação de eletricidade, percebe-se, entretanto, que o elo mais frágil das iniciativas de cooperação, pelo menos neste caso, seria com as Universidades.

Outro aspecto que deve ser cuidado com atenção redobrada pelo CEPEL está relacionado ao balanceamento entre as pesquisas de maior densidade tecnológica e a realização de atividades mais rotineiras. Essas, evidentemente, devem ser realizadas, na medida em que, além de necessárias, podem gerar recursos financeiros para o Centro. Porém, devem ser desenvolvidas de tal forma que não comprometam as principais atividades estratégicas. Provavelmente, com o aumento da participação da iniciativa privada no setor,

tenderá a haver um crescimento da demanda por aqueles tipos de serviços, os quais poderão ser realizados pelos laboratórios públicos de pesquisa, principalmente pelo CEPEL.

Suublinha-se, também, o fato de que será praticamente impossível, pelo menos no curto prazo, o CEPEL deixar de contar com os investimentos públicos para a realização de P&D. Dessa forma, a descentralização das fontes de financiamento deve continuar a ser conduzida; porém, de forma cuidadosa. Essa descentralização é extremamente salutar, por criar estímulos à busca de novas possibilidades de arranjos institucionais visando o financiamento das atividades de pesquisa. Não obstante, é fundamental um tempo de ajuste do Centro à essa nova concepção de atuação, sob pena de comprometer os resultados das atividades tecnológicas atuais; pelo menos enquanto não se redefine totalmente o papel futuro à ser desempenhado no setor pela ELETROBRÁS.

Do ponto de vista estratégico-administrativo, por sua vez, é preocupante a saída indiscriminada de funcionários mais qualificados do CEPEL, sob pena de refletir-se sobre o desempenho do órgão no médio e longo prazos.¹⁵

Quanto às atividades de P&D realizadas pelas concessionárias de energia elétrica, percebe-se que pelo menos duas empresas analisadas destacam-se entre as demais: FURNAS e COPEL. Esta última articula-se, principalmente, com a Universidade do Paraná, com a qual desenvolve inúmeras atividades.

FURNAS, por sua vez, talvez seja a empresa do setor que mais atenção dá a pesquisa e ao desenvolvimento tecnológico, mobilizando recursos e pessoal com essa finalidade. O modelo de P&D desta empresa está centrado, mais fortemente, em torno dos Departamentos de Engenharia. Esses, na medida em que as grandes obras das usinas iam sendo implementadas e o sistema de transmissão expandido, adquiriram uma enorme capacitação técnica e gerencial, ao atuarem, principalmente, junto aos fabricantes - na especificação dos equipamentos à serem comprados e incorporados à cadeia de produção e transporte de eletricidade da companhia - às grandes firmas de engenharia civil - construtoras das grandes

¹⁵ Essa preocupação pode ser estendida a todo o setor elétrico, principalmente em relação as empresas recentemente privatizadas que, na intenção de reduzirem custos, tendem a usar a demissão (em geral não planejada) como fórmula mais cômoda de viabilizar suas intenções. Essa "evasão" de técnicos qualificados, juntamente com as demissões (voluntárias ou não), como já foi mencionado, tem causado reflexos negativos sobre a qualidade dos serviços de energia elétrica prestados pelas concessionárias aos consumidores.

barragens - às firmas de consultoria, às universidades e aos centros de pesquisa - nacionais e estrangeiros, que apoiavam o processo de incorporação e de geração de inovações tecnológicas da empresa.

Mais recentemente, a partir da montagem de um amplo sistema de gestão dos conhecimentos tecnológico, do qual a P&D é parte integrante, FURNAS avança na direção de estabelecer as condições necessárias para uma melhor gestão desses conhecimentos, antecipando-se, de forma estratégica, às exigências do mercado.

Conclusão

As empresas brasileiras de energia elétrica vieram acumulando, desde o pós-guerra até o início dos anos 80, uma importante capacitação no planejamento, operação, geração, desenho de projetos e pesquisa e desenvolvimento tecnológico (P&D). O esforço de capacitação realizado, liderado pelo Estado, conduziu à ampliação e à especialização no país da base tecnológica relativa a essa indústria, baseada no paradigma hidrelétrico e apoiada por um sistema de inovação tecnológica, que passou a sustentar grande parcela das demandas por inovações e serviços tecnológicos provenientes do desenvolvimento da infra-estrutura produtiva nacional, a partir dos anos 70.

Em função da mudança de rumo na indústria da eletricidade no plano internacional e das orientações da política econômica nacional, o setor elétrico estatal veio realizando, desde os anos 80, um profundo processo de reestruturação que permitiu melhorar, em muito, sua eficiência e responder de forma eficaz aos grandes desafios atuais, em vários níveis:

- mudança na capacitação no planejamento estratégico;
- mudanças organizacionais que melhoraram a eficiência e aumentaram a flexibilidade;
- mudanças nas estratégias de P&D;
- mudanças nas estratégias de capacitação de pessoal.

Esse, evidentemente, constitui-se num processo de transição tecnológica, produtiva e organizacional que encontra-se na fase inicial, necessitando, portanto, de cuidados especiais quanto às futuras iniciativas. Como se mostrou, a essência das mudanças, ou do ajuste proposto pelo governo federal, tem repousado num projeto de modelagem setorial que busca retirar do Estado, **de forma imediata**, o atual controle das empresas que prestam serviço de energia elétrica e recoloca-as sob o comando da iniciativa privada nacional ou internacional.

Do ponto de vista da dinamização tecnológica dessas empresas, essa iniciativa radical de mudança não encontra sustentação teórica ou prática, na medida em que, dificilmente, o capital privado terá condições, sozinho, de tomar medidas de modernização tecnológica do setor, ao mesmo tempo em que sustente a necessária expansão da oferta de energia elétrica

para os diversos segmentos da economia brasileira, sem que se incorra em graves riscos de desintegração produtiva do setor, o que geraria queda na sua eficiência sistêmica e na qualidade dos serviços prestados.

Entretanto, em que pese atuarem num ambiente produtivo e comercial marcado por enormes restrições financeiras e incertezas institucionais, percebe-se diversas iniciativas das concessionárias governamentais no sentido da adoção de procedimentos que redirecionam e requalificam suas atividades, tendo em vista esse novo contexto produtivo. São claros, por exemplo, os procedimentos de reestruturação no interior das concessionárias estatais, que sinalizam para uma nova visão da inovação industrial e tecnológica no ambiente institucional de atuação dessas firmas. Nesse sentido, implantação de técnicas organizacionais e administrativas mais modernas, tais como: administração estratégica, planejamento estratégico, gestão dos conhecimentos tecnológicos, procedimentos voltados para a melhoria da qualidade dos serviços de eletricidade e qualidade ambiental, políticas de redução do desperdício de energia, estímulo à difusão de processos de geração de escala reduzida e elevada eficiência e difusão das tecnologias de informação e de automação de processos constituem-se nos procedimentos normativos mais relevantes em fase de adoção pelas empresas. Além disso, a função da P&D, em particular do CEPEL, passou a ser revigorada, através de uma reestruturação estratégica dessas atividades; o mesmo vem acontecendo em algumas concessionárias mais tradicionais do setor, principalmente no caso de FURNAS.

Por outro lado, as medidas de reestruturação, aliadas às fortes restrições para o investimento, induzem as empresa do setor elétrico ao enxugamento do quadro de pessoal técnico e administrativo, com prováveis reflexos negativos sobre o desempenho operacional dessas firmas. Dessa forma, emergiram problemas que já haviam sido equacionados, desde longa data, pelo setor. Na realidade, existe uma evidente ausência de sincronia entre as reais necessidades das empresas e as medidas em processo de efetivação pelos governos. Dessa forma, além das concessionárias não investirem o necessário para a manutenção e expansão dos sistemas elétricos, os novos atores (da iniciativa privada) não aportam no setor com a velocidade desejada pelos reformadores.

Dessa forma, percebe-se que esse processo de reestruturação das empresas do setor de energia elétrica, embora ainda em seu início, tem sido conduzido de forma bastante dolorosa. Inexiste, por exemplo, uma política governamental que garanta, de um lado, o

acompanhamento sistemático do desempenho operacional das empresas privatizadas e em vias de desestatização e, por outro, a qualidade dos serviços prestados à população por essas concessionárias. Os reflexos mais contundentes e negativos, entretanto, recaem sobre os consumidores, que custeiam e utilizam os serviços dessas empresas, na medida em que as mudanças em curso afetam a qualidade do atendimento da demanda de energia elétrica.

Por isso, os agentes, em particular a nível de governo e do poder legislativo, devem ter sensibilidade suficiente para perceber a inércia que envolve um ajuste dessa natureza e magnitude, e procurarem agir de forma responsável e objetiva, impedindo que ocorram situações graves de perdas de equipamentos valiosos e constantes interrupções no fornecimento de eletricidade.

Caberia, portanto, de imediato, uma ação dos governos federal, estaduais e municipais no sentido de tornar esse processo menos traumático. Essa ação deve ser conduzida com os seguintes objetivos: i) contribuir para que as empresas do setor mantenham, pelo menos, os atuais índices de qualidade dos serviços de energia elétrica, principalmente as concessionárias já privatizadas ou em processo de privatização; ii) agilizar o processo de montagem e implementação do modelo de regulação do setor, contendo as regras norteadoras da organização e do funcionamento das empresas prestadoras de serviço de energia elétrica; iii) procurar garantir a participação e o voto dos representantes dos consumidores de todos os segmentos no órgão regulador (Aneel) em formação.

Paralelamente, é pertinente a implementação de iniciativas organizadas, por parte da sociedade civil, principalmente em relação ao tema da garantia da qualidade dos serviços de energia elétrica. É fundamental que essas ações sejam conduzidas em cooperação, principalmente, com as autoridades municipais, os órgãos de defesa dos consumidores e as universidades, visando **criar mecanismos de indução da inovação tecnológica que partam da sociedade**, de uma maneira geral, e que influam no processo de mudança tecnológica desse setor.

Além desses aspectos, à medida em que as privatizações evoluam no setor elétrico, crescerão as iniciativas de terceirização das atividades realizadas pelas concessionárias, ampliando consideravelmente o número de firmas prestadoras de serviços. Esse fato constitui-se, da mesma forma, em outra importante externalidade à ser considerada no novo

contexto produtivo. Será fundamental, portanto, que haja um disciplinamento dessas atividades, sob o risco de uma queda significativa na qualidade dos serviços realizados. Nesse sentido, deve-se pensar num programa de desenvolvimento de fornecedores, negociado com a iniciativa privada, como contrapartida à facilitação de sua entrada no setor.

A qualidade dos serviços das empresas terceirizadas também depende, largamente, da capacitação do usuário desses serviços; enfim, do poder e da competência técnica que o usuário tem de exigir e de acompanhar a realização dos serviços. A desmobilização das equipes formadas durante longos anos nas empresas do setor é, nesse caso, um fator desfavorável, podendo conduzir a uma queda na capacitação tecnológica dessas organizações, reduzindo o poder de ingerência junto aos fornecedores. Caberia, portanto, uma ação governamental mais ampla e profunda no sentido de coordenar esses elementos perturbadores do processo de reestruturação da indústria.

À ELETROBÁS, nesse momento, caberia exercer dois papéis fundamentais: um tático e outro estratégico. Essa empresa, ao longo do áureo período de crescimento e desenvolvimento do setor, acumulou uma profunda e abrangente capacitação, envolvendo os diversos aspectos relacionados a problemática do planejamento da expansão e da modernização tecnológica do sistema elétrico brasileiro. Esse acúmulo de conhecimentos (embora ainda carente de uma organização e sistematização mais apurada no interior da empresa) lhe confere, sem sombra de dúvida, as condições necessárias para gerenciar a atual fase de transição e de reestruturação industrial e tecnológica do setor, visando alcançar um novo patamar de desenvolvimento produtivo e comercial. Seria interessante que esse papel tático lhe fosse reservado.

Por outro lado, essa empresa deve aprofundar o processo de reestruturação, pensando, principalmente, na sua atuação no longo prazo. Longe de envolvimento político-partidários, a empresa deveria ser preparada para exercer funções estratégicas vinculadas ao futuro do sistema interligado do país, bem como para dar continuidade à realização e ao aperfeiçoamento dos estudos de planificação referentes ao setor elétrico. Nesse último caso, face ao remodelamento institucional, a empresa, evidentemente, não teria o poder de intervenção que lhe foi atribuído no modelo anterior, mas permaneceria com todas as condições necessárias à formulação de questões amplas, de interesses dos agentes produtivos,

que sinalizassem para o desenvolvimento tecnológico futuro da indústria. À ela também caberia, pelo menos temporariamente, a função de continuar financiando as empresas e formulando Programas Tecnológicos de natureza estratégica para o setor. No entanto, essas atribuições deveriam, gradativamente, ser assumidas por uma agência governamental que cuidasse, efetivamente, das grandes questões tecnológicas que envolvessem os **setores de infra-estrutura** da economia brasileira, com o objetivo de avaliar a necessidade de formulação e de atuação no financiamento de grandes projetos, de longo prazo de maturação e que tivessem impacto sobre a base tecnológica dessa indústria. Além disso, enquanto empresa pública, a ELETROBRÁS manteria o CEPEL (que continua sendo a principal opção para a realização de P&D no SEB) como seu órgão renovado de P&D, voltado fortemente para dar suporte às atividades relativas a transmissão de energia elétrica, bem como para a realização de pesquisas estratégicas de interesse e em parceria com a iniciativa privada.

Dessa forma, diante das novas dimensões do problema do desenvolvimento industrial e tecnológico do SEB, advogo a tese da **transição institucional moderada, não radical**; mas sempre no sentido de uma pluralidade institucional que garanta, no médio e longo prazos, a transformação qualitativa e quantitativa da indústria, de forma não desintegradora. Nesse cenário futuro, a presença de um órgão regulador **isento politicamente e tecnicamente forte** será de fundamental importância, no sentido de garantir serviços de qualidade com tarifas compatíveis com a realidade dos agentes locais.

Essa proposição é feita na medida em que são enormes os desafios à serem enfrentados pelos agentes da indústria, em particular pelo próprio Estado, face à inserção do país na nova dinâmica produtiva e tecnológica internacional. Mesmo porque, a própria especificidade técnica e estrutural do setor aliadas às condicionantes de natureza política assim impõem, revelando um quadro de inércia indesejável, mas real e de significado absolutamente contundente.

Referências Bibliográficas

- ABEL, A. & PARKER, L. (1997), *Electricity: The Road Toward Restructuring*. Committee for National Institute for the Environment, Jan.
- ALVEAL, C. (1990), *Desenvolvimento Econômico - Energético e Meio Ambiente na Amazônia Tópicos em Ciência, Planejamento Energético e Impactos Sócio-Ambientais na Amazônia*, Coord: ROSA, L. P. et al, Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ, 150p.
- ARMELIN, H. A. & MORAES, F.F. (1995), A Universidade Brasileira e a Pesquisa. *Folha de São Paulo. Coluna Tendências/Debates*, 28 de maio.
- BAER, W. (1983), *Industrialização e o Desenvolvimento Econômico do Brasil*. Rio de Janeiro, 5ª Edição, FGV, 563p.
- BAJAY & CARVALHO (1996), Reestruturação do Setor Elétrico: Motivações Econômicas, Financeiras e Políticas. In: *VII CBE/II Seminário Latino Americano de Energia. Anais*, Rio de Janeiro, Vol. 2, pp. 1188-1195.
- BALESTIERI, L. A. P. (1994), *Planejamento de Centrais de Co-geração: Uma Abordagem Multiobjetiva*. Tese (Doutorado), Campinas, FEM/UNICAMP, Set.
- BARBOSA, A. L. F. (1978), *Considerações sobre Categorias Tecnológicas e Política de Desenvolvimento*. Rio de Janeiro, Mimeo, Set., 25p.
- BARROS, R. M. (1970), A Experiência Regional de Planejamento. In: LAFER, B. M. (1975), *Planejamento no Brasil*. São Paulo, Ed, Perspectiva, 3ª Edição.

- BELLUZO, L. G. (1995), Lições do Sivam. *Folha de São Paulo. Coluna Lições Contemporâneas*. Domingo, 26 de nov., pp. 2-4.
- BERGEN, A. R. (1986), *Power Systems Analysis*. Prentice-Hall, Inc, Englewood Cliffs, New Jersey.
- BEN-AMI, P. (1983), *Manual de Propriedade Industrial*. São Paulo, SICCT/DCT/SEAI/PROMOCET.
- BERRY, D. (1992), The structure of electric utility least cost planning. *Journal of Economic Issues*. Vol. 26, Nº 3, Sept.
- BIATO, F. A. et al. (1971), *Potencial de Pesquisa Tecnológica no Brasil*. Brasília, IPEA/IPLAN.
- BICALHO, R. G. (1993), *Flexibilidade Dinâmica e Cooperação no Setor Elétrico Brasileiro*. Rio de Janeiro, Mimeo, COPPE/UFRJ.
- BICALHO, R. G. (1997), *A Formação de Regularidades Tecnológicas na Indústria de Eletricidade*, Instituto de Economia/UFRJ, 202p., Tese (Doutorado).
- BRASIL (1954), *Plano Nacional de Eletrificação e Centrais Elétricas Brasileiras S. A.* Rio de Janeiro, Departamento de Imprensa Nacional, 138p.
- BRASIL (1973), *PBDCT. Plano Básico de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. 1973/74*. Brasília, Jun.
- BRASIL (1974), *PBDCT. Plano Básico de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. 1975/79*. Brasília.
- BRASIL (1989), *Brasil, Sistemas de Contas Nacionais Consolidadas*. Nº 17, Rio de Janeiro, IBGE, Ago.
- BRASIL (1994), *Balanço Energético Nacional - 1994. Ano base 1993*. DNDE/MME, Brasília, 140p.
- BRASIL (1995), *Balanço Energético Nacional - 1995. Ano base 1994*. DNDE/MME, Brasília, 141p.

- BRITO, A. (1996), Entrevista: A Estratégia Contra o Colapso. *Jornal do Brasil. Caderno Especial sobre Energia*, Quarta feira, 11 de junho.
- BRITO, S. S. (1985), Geração Termo e Hidroelétrica. *Economia & Tecnologia de Energia*. Org. La Rovere, E.L. et al, Rio de Janeiro, Ed. Marco Zero/FINEP, 188p.
- CALABI, A. et al (1980), *A Energia e a Economia Brasileira: Interações Econômicas e Institucionais no Desenvolvimento do Setor Energético no Brasil*. São Paulo, FIFE/Pioneira, 250p.
- CANAMBRA (1967), *Estudos Energéticos da Região Centro-Sul do Brasil. Sumário*. Comitê Coordenador dos Estudos Energéticos da Região Centro Sul do Brasil, Rio de Janeiro.
- CANAMBRA (1969), *Estudos Energéticos da Região Sul do Brasil*. Rio de Janeiro.
- CARTAXO, E. F. (1996), A Evolução do Uso da Energia em Função da Ocupação Econômica do Estado do Amazonas - Um Breve Histórico. In: *VII CBE/ II Seminário Latino Americano de Energia*, Vol. I, pp. 160-173, Clube de Engenharia/UFRJ, Rio de Janeiro.
- CARDOSO, F. H. (1980), *As Idéias e o seu Lugar - Ensaio Sobre as Teorias do Desenvolvimento*. Petrópolis, Ed. Vozes.
- CARDOSO, F. H. & FALLETO, E. (1970), *Dependência e Desenvolvimento na América Latina - Ensaio de Interpretação Sociológica*. Rio de Janeiro, Zahar.
- CASTRO, A. C. (1978), *As Empresas Estrangeiras no Brasil - (1860-1913)*. Rio de Janeiro, Zahar Editores, 142p.
- CASTRO, N. J. (1985), *O Setor de Energia Elétrica no Brasil. A Transição da Propriedade Privada para a Propriedade Pública. (1945-1961)*. Rio de Janeiro: IEI/UFRJ, Tese de M.Sc.
- CECCHI, J. C. & SCHECHTMAN, R. (1996), Impactos Macroeconômicos Decorrentes da Expansão do Sistema Elétrico com Base em Termelétricas - Efeitos da Importação de Tecnologia e de Combustíveis. In: *Cadernos de Energia*. ENERGE, Nº 9, Mar.
- CEPEL (1994), *Relatório Anual de Atividades*, CEPEL, Rio de Janeiro.

- CEPEL (1995), *Relatório Anual de Atividades*, CEPEL, Rio de Janeiro.
- CEPEL (1996), *Relatório de Apresentação*, CEPEL, Rio de Janeiro,
- CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE NO BRASIL (1988), *Panorama do Setor de Energia Elétrica no Brasil*. Rio de Janeiro, ELETROBRÁS, 333p.
- CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE NO BRASIL (1991), *Memórias do Desenvolvimento: Lucas Lopes. Depoimento*. Rio de Janeiro, 346p.
- CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE (1991a), *História do Centro de Pesquisa de Energia Elétrica*. CEPEL, Rio de Janeiro.
- CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE NO BRASIL (1993), *A CERJ e a História da Energia Elétrica no Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro, 368p.
- CESP (1994), *Anuário Estatístico de Energia Elétrica: Consumo por Municípios. Estado de São Paulo, 1994*. Série Indicadores, 007, CESP, São Paulo.
- CPFL (1995), *Planejamento Empresarial. Análise Ambiental. Síntese dos Painéis Realizados nos Distritos*. Campinas.
- COBB, C. & DOUGLAS, P. (1928), A theory of production. *American Economic Review*. March.
- COOK, P. L. & SURREY, J. (1989), Energy Technology in Developing Countries: The Scope for Government Policy. In: *Technovation*. 9 (1989), pp. 431-455.
- CYERT, R. M. & MARCH, J. G. (1963), *A behavioral theory of the firm*. New Jersey, Prentice-Hall, Inc., 332p.
- DAGNINO, R. (1991), *O Ajuste Estrutural na América Latina e a Política Tecnológica*. Mimeo, Campinas, Departamento de Política Científica e Tecnológica, UNICAMP.
- DEAN, W. (1971), *A Industrialização de São Paulo - 1880/1945*. São Paulo, Difel/Difusão Editorial S.A., 2ª Edição.
- DEPARTAMENTO DE POLÍTICA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA (1993), *Capacitação Tecnológica em Empresas Líderes*. Campinas, DPCT/IG/UNICAMP.

- DOI/EIA (1996), *The Changing Structure of Electric Power Industry: An Update*. Energy Information Administration, Washington.
- DOSI, G. (1982), Technological Paradigms and Technological Trajectories. A Suggested Interpretation of the Determinants and Directions of Technical Change. *Research Policy*. Nº 11, pp. 147-162.
- EIA (1993), *Change structure of electric power industry: 1979/91*. Washington, U. S. Department of Energy.
- ELETROBRÁS (1974), *Plano de Atendimento dos Requisitos de Energia Elétrica até 1990*. Rio de Janeiro, Diretoria de Planejamento e Engenharia.
- ELETROBRÁS (1982), *Plano de Suprimento aos Requisitos de Energia Elétrica até o Ano 2000 - Relatório Geral*. Rio de Janeiro, Diretoria de Planejamento e Engenharia.
- ELETROBRÁS (1982), *Política e Planejamento do Setor de Energia Elétrica no Brasil*. Rio de Janeiro, Diretoria de Planejamento e Engenharia, Ago.
- ELETROBRÁS (1987), *Plano Nacional de Energia Elétrica. 1987/2010 Relatório Geral*. Rio de Janeiro, Diretoria de Planejamento e Engenharia.
- ELETROBRÁS (1989), *Seminário sobre a Política Industrial e Tecnológica do Setor Elétrico. Documento Básico*. Diretoria de Coordenação - DCO, Rio de Janeiro, Nov., 23p.
- ELETROBRÁS (1992), *Plano Nacional de Energia Elétrica 1993-2015. Projeto 4. A Oferta de Energia Elétrica, Derivados de Petróleo e Gás Natural*. Rio de Janeiro, Dez.
- ELETROBRÁS (1992a), *O Setor Elétrico e a Economia Brasileira, Plano 2015, Projeto 2*, Rio de Janeiro, Dez.
- ELETROBRÁS (1993), *Plano Decenal de Expansão - 1994/2003*. Rio de Janeiro, GCPS, Dez.
- ELETROBRÁS (1993a), *Mercado de Energia Elétrica. Ciclo 1992/93, Brasil, Regiões e Concessionárias, 1992/2003*. Vol. 1, Relatório Analítico, GCPS, Fev.

- ELETROBRÁS (1993b), *A Política Industrial e o Setor Elétrico*. Projeto 10, Plano 2015, DP, Rio de Janeiro.
- ELETROBRÁS (1993c), *A Política Tecnológica e o Setor Elétrico*. Projeto 11, Plano 2015, DP, Rio de Janeiro.
- ELETROBRÁS (1993d), *Indicadores Físicos de Desempenho de Empresa do Setor de Energia Elétrica*, DF/DFO/DFOG, Rio de Janeiro.
- ELETROBRÁS (1994), *Plano Nacional de Energia Elétrica. 1993/2015. Plano 2015 Vol. 1 Relatório Executivo*, Rio de Janeiro, Diretoria de Planejamento e Engenharia.
- ELETRONORTE (1994), *Estrutura de Suporte ao Processo de Planejamento Empresarial*, RD-041/94, Brasília, 2 de julho.
- ELETROBRÁS (1995), *Informe - DP. Programa Nacional de Pequenas Centrais Elétricas*. Diretoria de Planejamento e Engenharia, Rio de Janeiro.
- ELETROBRÁS, (1996), *Informe - Expansão dos Sistemas Elétricos do País*, Diretoria de Planejamento e Engenharia, Rio de Janeiro.
- ELETROBRÁS (1996a), *Projeto NBR 19000 - Adoção das Normas NBR ISO Família 9000 para Fornecimento de Produtos*. DPD, Rio de Janeiro.
- ELETROBRÁS (1996b), *Documento Interno sobre o PROQUIP*. DPD, Rio de Janeiro.
- ELETROBRÁS (1996c), *Documento Interno sobre o PROSUP*. DPD, Rio de Janeiro.
- ELETROBRÁS (1996d), *Relatório Anual - 1994*, Rio de Janeiro, Assessoria de Comunicação Social.
- ELETROBRÁS (1996e), *Plano Decenal de Expansão. 1996/2005*. Rio de Janeiro, GCPS.
- ELETROBRÁS & CODI (1985a), *Planejamento de Sistemas de Distribuição*. ELETROBRÁS/Ed. Campus, Vol.1, Rio de Janeiro, 241p.
- ELETROBRÁS & CODI (1985b), *Proteção de Sistemas Aéreos de Distribuição*. ELETROBRÁS/Ed. Campus, Vol.2, Rio de Janeiro.

- ELETRONORTE (1994), *Estrutura de Suporte ao Processo de Planejamento Empresarial*. RD-041/94, 02 de julho, Brasília.
- ELETRICIDADE MODERNA (1996), Arenda Editora, Ano XXIV, N. 268, Julho, São Paulo.
- ENERGE (1996), *Cadernos de Energia*. Nº 9, 2 Vol., Edição Especial, Março.
- ERBER, F. S. (1988), *A Transformação dos Regimes de Regulação: Desenvolvimento Tecnológico e Intervenção do Estado nos Países Industrializados e no Brasil*. Rio de Janeiro: FEA./UFRJ, Tese para Professor Titular.
- ERBER, F. S. (1983), *Technological Dependence and Learning Revisited*. Rio de Janeiro: IEI/UFRJ, Texto para Discussão Nº 34.
- ESTADO DO RIO DE JANEIRO (1995), *Balanço Energético do Estado do Rio de Janeiro - 1980/1994*. Rio de Janeiro, Comissão Especial da Matriz Energética Estadual - CEMEE.
- FAJNZYLBER, F. (1992), Progresso Técnico, Competitividade e Mudança Institucional. In: *A Nova Ordem Internacional e a Terceira Revolução Industrial*. Org. João Paulo dos Reis Velloso. Rio de Janeiro, José Olímpio.
- FILADELFO DOS SANTOS, R. S. et al (1996), A Competitividade entre Diversas Formas de Geração de Energia Elétrica em Regiões Isoladas, o Caso da Amazônia Legal. In: *VII CBE/ II Seminário Latino Americano de Energia*, Vol. I, pp. 467-475, Clube de Engenharia/UFRJ, Rio de Janeiro.
- FILHO, G. A. (1996), Três Impulsos à Privatização. *Folha de São Paulo*. Coluna *Tendências/Debates*, Domingo, 7 de julho.

- FONSECA, C. S. (1961), *História do Ensino Profissional no Brasil*. Rio de Janeiro, Escola Técnica Nacional do Rio de Janeiro, 2 vol.
- FRANKEN, T. G. (1976), *Planejamento e Tecnologia no Setor Elétrico*. Rio de Janeiro, FINEP, 90p.
- FRANSMAN, M & KING, K. (1984), *Technological Capability in the Third World*. The Macmillan Press Ltd, London.
- FREEMAN, C. (1984), Prometheus Unbound. *Futures*. Vol. 16, Nº 15.
- FRONTIN, S. O. et al (1995), Capacitação Tecnológica da Engenharia de FURNAS: Situação Atual, Perspectivas e Integração com as Universidades. *XIII SNPTEE. Sessão Técnica Especial: Educação em Engenharia*, Florianópolis.
- FRONTIN, S. O. et al (1996), A Gestão da Capacitação Tecnológica em FURNAS In: *III Semana da Qualidade de FURNAS*. 21 a 25 de outubro, Rio de Janeiro.
- FRONTIN, S. O. et al (1996a), Implantação do Sistema de Documentação Técnica em Meio Digital em FURNAS. Rio de Janeiro.
- FURNAS (1994), *Participação da DT. Cooperação e Intercâmbio Científico e Tecnológico*. Superintendência de Engenharia, ATN.T, Setor de Tecnologia e Treinamento, Rio de Janeiro.
- FURNAS (1995), *Anual Report. 1995*, Rio de Janeiro.
- FURNAS (1995), *Anuário Estatístico 1995. Ano Base 1994*. Rio de Janeiro.
- FURNAS (1995a), *Conservação de Energia*. Documento Interno, Rio de Janeiro.
- FURNAS (1996), *Anuário Estatístico 1996. Ano Base 1995*. Rio de Janeiro.
- FURNAS (1996a), *Estatísticas Energéticas. Ano Base 1995*. Rio de Janeiro.
- FURNAS (1996b), *Plano Estratégico*, Rio de Janeiro, Abr.
- FURTADO, C. (1959), *Formação Econômica do Brasil*. Rio de Janeiro, Ed. Fundo de Cultura, 2ª Edição, 295p.

- FURTADO, C. (1966), *Subdesenvolvimento e Estagnação na América Latina*. Rio de Janeiro, Ed. Civilização Brasileira.
- FURTADO, C. (1974), *O Mito do Desenvolvimento Econômico*. Rio de Janeiro, Ed. Paz e Terra, 4ª Edição, 117p.
- GAZETA MERCANTIL (1996), *Balço Anual - 1997. Desafios da Infra-Estrutura*. Ano XX, Nº 20, Out.
- GUIMARÃES, F. C. M. S. (1984), *A Política Tecnológica nos Países de Industrialização Recente*. Rio de Janeiro: UFRJ/IEI, Texto para Discussão, Nº 98.
- HAGUEMAÜER, L. (1984), *Os Complexos Industriais na Economia Brasileira*. Rio de Janeiro, IEI/UFRJ.
- IEA & OECD (1982), *Energy Balances of OECD. 1971/1978*. Paris.
- IEA & OECD (1994), *Energy Balances of OECD. 1991/1992*. Paris.
- IPEA (1971), *Pesquisa Tecnológica no Brasil, Análise de Cinco Institutos Oficiais*. Grupo de Trabalho de Pesquisa Tecnológica, Rio de Janeiro, IPEA.
- JAGUARIBE (1987), *A Política Tecnológica e sua Articulação com a Política Econômica. Elementos para uma Análise da Ação do Estado*. Texto para discussão Nº 115, Rio de Janeiro, IEI/UFRJ.
- KATZ, J. M. (s. d.), *Teoria Económica y Política Tecnológica. Conceptos Generales De Gestion Tecnológica*, BID-SECAB-CINDA, Coleccion Ciencia y Tecnologia, Nº 26.
- KEIRSTEAD, B. S. (1948), *The Theory of Economic Change*. Toronto, MacMillan.
- LACERDA, A. (1996), *Pressa para vender a CEMIG, Gazeta Mercantil*, 6, 7 e 8 de dezembro.
- LAFER, C. (1975), *O Planejamento no Brasil. Observações sobre o Plano de Metas (1956-1961)*. In: LAFER, B. M. *Planejamento no Brasil*. São Paulo, Perspectiva, 3ª Edição.
- LALL, S. (1975), *Is "Dependence" a Useful Concept in Analysing Underdevelopment?*, *World Development*, Vol. 3, 11&12, pp. 799-810.

- LEPECKI, J. (1977), *Considerações Gerais sobre o CEPEL*. Mimeo, CEPEL, Rio de Janeiro, Ago.
- LEPECKI, J. (1985), *Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica. Economia & Tecnologia de Energia*. Org.: La Rovere, E. L. et al, Ed. Marco Zero/FINEP, Rio de Janeiro, 588p.
- LEPECKI, J. (s. d.), *Curso de Planejamento de Sistemas de Potência*. Rio de Janeiro, AIE/COPPE/UFRJ.
- LESSA, C. (1982), *15 Anos de Política Econômica*. São Paulo, Ed. Brasiliense, 3ª Edição.
- LESSA, C. (1988), *A Estratégia de Desenvolvimento: Sonho e Fracasso*. Brasília, FUNCEP, Coleção Administração Pública, 235p.
- LIMA, M. (1975), *Petróleo, Energia Elétrica e Siderurgia: A Luta Pela Emancipação. Um Depoimento de Jesus Soares Pereira sobre a Política de Vargas*. Rio de Janeiro, Ed. Paz e Terra, 197p.
- LUZ, N. V. (1975), *A Luta pela Industrialização no Brasil: 1808 a 1930*. 2ª Edição, São Paulo, Alfa-Ômega.
- MACEDO, J. C. (1994), *Alternativas Tecnológicas na Expansão da Produção e Uso de Energia*. *Cadernos de Energia*, Nº 5, Rio de Janeiro, Dez.
- MACIEL, C. S. (1996), *A Re-regulamentação do Setor Elétrico nos Estados Unidos*. In: *VII CBE/II Seminário Latino Americano de Energia. Anais*, Vol. 2, pp. 1109-1119, Rio de Janeiro.
- MACULAN, A. M. D. (1995), *A Política Brasileira de Ciência e Tecnologia de 1970 a 1990*. *Novos Estudos Cebrap*, Nº 43, Nov., pp. 173-194.
- MAGRINI, A (1996), *Indicadores de Desempenho Ambiental para o Setor Energético*. In: *VII CBE/ II Seminário Latino Americano de Energia, Anais*, Rio de Janeiro.
- MALHEIROS, T. M. M. (1996), *Instrumentos da Gestão Ambiental Pública*. In: *Gazeta Mercantil - Gestão Ambiental*. Fascículo 6, p. 7, Rio de Janeiro, 24 de abril.

- MANTOUX, P. (s.d.), *A Revolução Industrial no Século XVIII*. São Paulo, Editoras UNESP/HUCITEC, 552p.
- MARTIN, J. M. (1992), *Economia Mundial da Energia*. Trad. de Êlcio Fernandes, São Paulo, Ed. da UNESP.
- MARCH, J. G. & SIMON. H. A. (1972), *Teoria das Organizações*. Rio de Janeiro, 2ª Edição, Fundação Getúlio Vargas, 353p.
- MARX, K. (1975), *O Capital*. Rio de Janeiro, Civilização Brasileira.
- MEDEIROS, R. A. (1993), *O Capital Privado na Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro*. Rio de Janeiro: Programa de Engenharia Nuclear, COPPE/UFRJ, Tese de M. Sc.
- MILLER, R. H. (1987), *Operação de Sistemas de Potência*. São Paulo, ELETROBRÁS/McGraw-Hill, 191p.
- NELSON, R. & WINTER, S. (1977), In Search of a Useful Theory of Innovation. *Research Policy*, Nº 6.
- OLIVEIRA, L. F. S. (1985), Reatores Nucleares: com ênfase no PWR. In: *Economia & Tecnologia da Energia*. - Org. La Rovere, E. L. et al, Rio de Janeiro, Ed. Marco Zero/FINEP, 588p.
- OLIVEIRA NETO, J. O. & BARAÚNA, A. C. (1995), A Patente como Fonte de Informação Tecnológica. *XIII SNPTEE*, Grupo VI, Aspectos Empresariais, Florianópolis.
- PAVITT, K. (1984), Patterns of technical change: towards a taxonomy and theory. *Research Policy*, Vol. 13, Nº 6, pp. 343-74.
- PÉRES, C. (1986), Las Nuevas Tecnologías: Una Vision de Conjunto. In: *La Tercera Revolución Industrial - Impactos Internacionales del Actual Ciclo Tecnológico*. Buenos Aires: Rial, Grupo Editor Latinoamericano.
- PIRES DO RIO, G. A. (1996), Implicações do Sistema de Gestão Ambiental sobre as Empresas de Energia Elétrica - Um Breve Histórico, In: *VII CBE/ II Seminário Latino Americano de Energia*, Vol. II, pp. 761-773, Clube de Engenharia/UFRJ, Rio de Janeiro.

- POOLE, A. D. et al (1995), Produção Independente de Eletricidade e a Eficiência Energética. In: *Revista Brasileira de Energia*. Vol. 4, Nº 1, Set., pp. 78-92, SBPE, Rio de Janeiro.
- PORTER, M. E. (1980), *Estratégia Competitiva: Técnicas para Análise de Indústrias e da Concorrência*. Rio de Janeiro, Ed. Campus, Sétima edição.
- PORTER, M. (1992), *Vantagem Competitiva: Criando e Sustentando um Desempenho Superior*. Trad. de Elizabeth M. P. Braga; Rev. Téc de Jorge A. G. Gomes, 7ª Edição, Ed. Campus, Rio de Janeiro.
- PRADO Jr., C. (1970), *Formação do Brasil Contemporâneo*. São Paulo, Ed. Brasiliense, 10ª Edição, 391p.
- PROCEL (1995), *Avaliação do PROCEL em 1995 e Subsídios para a Revisão do seu Plano de Ação 1996-1997*, DO/ADO, Rio de Janeiro, Dez..
- RABELLO, C. (1924), Instalações da Companhia Brasileira de Energia Electrica. In: *Revista Brasileira de Engenharia*. São Paulo, Tomo VIII, Nº 4, Out..
- RIBEIRO, M. T. F. (1994), *CEPEL - Desenvolvimento, Capacitação e Difusão no Setor Elétrico: Um Estudo Comparativo*. Rio de Janeiro: IEL/UFRJ, Tese (Doutorado).
- RICARDO, D. (1982), *Princípios de Economia Política e Tributação*. São Paulo: Abril Cultural, 286p.
- RODRIGUES, A. P. (1996), A Privatização da CERJ. *O Globo - Niterói*, Rio de Janeiro, Domingo, 1 de dezembro, p. 2.
- ROTTY, R. (1995), Mistérios do Além. *Folha de São Paulo (Caderno Mais!)*. São Paulo, Domingo, 3 de dezembro.
- ROSA, L. P. (1985), Visão Integrada das Fontes de Energia In: *Economia & Tecnologia da Energia*. Org. La Rovere, E. L. et al, Rio de Janeiro, Ed. Marco Zero/FINEP, 588p.
- ROSA, L. P. & SCHECHTMAN, R. (1996), Avaliação de Custos Ambientais da Geração Termelétrica: Inserção de Variáveis Ambientais no Planejamento da Expansão do Setor Elétrico. In: *Cadernos de Energia*, ENERGE, Nº 9, Mar, Vol. II, Rio de Janeiro.

- ROSEMBERG, N. (1976), *Perspectives and Technology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- ROSEMBERG, N. (1979), *Tecnologia y Economia* - Colección Tecnología y Sociedad, Barcelona, Editorial Gustavo Gili, S. A..
- ROSEMBERG, N. (1982), *Inside the Black Box; Technology and Economics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- SABATO, J. A (1971), *El Comercio de Tecnología*. Washington, Departamento de Assuntos Científicos, Secretaria Geral da OEA.
- SANT'ANA, M. A.A. (1990), *Desempenho Industrial e Tecnológico Brasileiro*. Brasília, Secretaria da Ciência e Tecnologia, Editora da Universidade de Brasília.
- SCHEREIBER, G. P. (1977), *Usinas Hidrelétricas*. Rio de Janeiro, Ed. Edgard Blücher/ENGEVIX.
- SETEC/COGERBA-DNAEE (1995), *Reforma do Setor Elétrico Brasileiro: Proposta de um Novo Modelo*, Brasília.
- SHUMPETER, J. A. (1975), *Capitalism, Socialism and Democracy*. Inglaterra, Harper & Raw.
- SHUMPETER, J. A. (1982), *Teoria do Desenvolvimento Econômico: Uma Investigação sobre Lucros, Capital, Crédito, Juro e o Ciclo Econômico*. São Paulo, Abril Cultural, Coleção "Os Economistas", 165p.
- SIESE (1994), *Boletim Trimestral - Síntese 1993*. Rio de Janeiro.
- SIRKIS, S. et al (1966), *Energia Elétrica. Pioneirismo e Desenvolvimento na Região Rio-São Paulo*. Rio de Janeiro, O Cruzeiro, 250p.
- SOLOW, R. (1957), Technical change and the aggregate production function. In: *Review of Economics and Statistics*, August.
- SOUZA, E. E. (1982), *História da Light. Primeiros 50 Anos*. São Paulo, ELETROPAULO, 1ª Edição.

- SOUZA, Z. et al, (1983), *Centrais Hidro e Termelétricas*. São Paulo, ELETROBRÁS/Escola de Eng. de Itajubá/ Ed. Edgard Blücher, 241p..
- STEVENSON Jr, W. D. (1984), *Elementos de Análise de Sistemas de Potência*. São Paulo, Mc Graw Hill.
- SUZIGAN, W. (1996), Experiência Histórica de Política Industrial no Brasil. In: *Revista de Economia Política*, Vol. 16, N. 1 (61) Jan/Mar, pp. 5-20.
- SZMRECSÁNYI, T. (1986), A Era dos Trustes e Cartéis. In: *História & Energia. Eletricidade de São Paulo*, São Paulo, Mai.
- TAVARES, M. C. (1978), *Da Substituição de Importações ao Capitalismo Financeiro. Ensaio sobre a Economia Brasileira*. Rio de Janeiro, Zahar Editores, 7ª Edição.
- TEIXEIRA, M. O. (1994), *Relações de Parceria do CEPEL com Universidades e Centros de Pesquisa: Uma Análise Sócio-Técnica*. Tese de Mestrado, Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ, Engenharia de Produção, 91p.
- TELLES, P. C. S. (1993), *História da Engenharia no Brasil: Século XX*. Rio de Janeiro, Clube de Engenharia/Clavero Editoração, Vol. 2, 753p.
- TELLES, P. C. S. (1994), *História da Engenharia no Brasil: séculos XVI a XIX*. Rio de Janeiro, Clube de Engenharia/Clavero Editoração, Vol. 1, 2ª Edição, 650p.
- TIMBERG, J. (1959), On the theory of the trend movement. In: *J. Timber Selected Papares North Holland Publishing Co*.
- TREVISAN, C. (1997), Estrangeiros têm 62,5% do setor elétrico. *Folha de São Paulo. Caderno Brasil*, pp.1-17, Domingo, 26 de outubro.
- UNITED NATIONS (1992), *Energy Statistics Yearbook*. New York, Department of Economic and Social Development.
- USP (1996), *Resenha do PEA*. DEEEAE, Ano III, Nº 18. (Citando Gazeta Mercantil, 27/06/96).
- USPO (1992), *Economic Report of President. 1992*. Wanhington, U. S. Printing Office.

- VALLLE, R (1995), *A Evolução dos Paradigmas Sociológicos Sobre as Técnicas Industriais e o Conceito de Cultura Técnica*. Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ, Mimeo, 19p.
- VALLLE, R (1995a), *Modernização Industrial Sem Exclusão Social: Exigências Institucionais e Culturais*. Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ, Mimeo, 25p.
- VEBLLEN, T. (1966), *Teoria da Empresa Industrial*. Rio de Janeiro, Globo, 247p., (Série Universitária-Coleção Catavento).
- VIANNA, E. C. (1991), *Um Estudo sobre as Causas da Crise do Setor Elétrico e do Movimento em Prol da sua Privatização*. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, Tese M.Sc, 169p.
- VILLELA, A. V. (1984), *Empresas do Governo como Instrumento de Política Econômica: Os sistemas Siderbrás, Eletrobrás, Petrobrás*. Rio de Janeiro, IPEA/INPES, Relatório de Pesquisa nº 47, 194p.
- WILLIANSOON, O. E. (1970), *Corporate Control and Business Behavior. an inquiry into the effects of organization form on enterprise behavior*. New Jersey, Prentice-Hall, Inc.
- WILLIANSOON, O. E. (1985), *The Economic Institutions of Capitalism*. New York, The Free Press.
- ZYLBERSTAIN, D. (1995), Reestruturar é Preciso. *Folha de São Paulo* (Coluna Opinião Econômica), Domingo, 22 de Outubro.
- ZARAFIAN, P. (1990), As Novas Abordagens da Produtividade. In: SOARES, R. M. S. M. (1990), *Gestão da Empresa: Automação e Competitividade*. 2ª Edição, Brasília, IPEA/IPLAN, 242p, pp. 73-97.

Anexo

Tabela 2.1
Rendimento das Centrais Termelétricas Clássicas em Alguns Países da Europa
 (%)

	Alemanha	Inglaterra	Bélgica	França	Itália
Carvão Mineral	35,98	36,53	38,04	34,97	39,45
Óleo Combustível	44,66	40,56	33,82	33,67	40,16
Gás Natural	36,95	43,88	30,31	n.d.	42,32

Tabela 2.2
Voltagens Padronizadas no Brasil - kV

Distribuição (D)		Alta-Tensão (AT)		Extra-Alta-Tensão (EAT)		Ultra-Alta-Tensão (UAT)	
<u>Nominal</u>	<u>Máxima</u>	<u>Nominal</u>	<u>Máxima</u>	<u>Nominal</u>	<u>Máxima</u>	<u>Nominal</u>	<u>Máxima</u>
13,8	15,0	69	72,5	345	362,0		
23	25,8	88	92,4	440	460,0	1000	
34,5	44,0	138	145,0	500	550,0	1200	
		230	242,0	765	800,0	1500	

FONTE: LEPECKI, J - Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica In: *Economia e Tecnologia de Energia*.
 Org: La Rovere, E. L. et al, Editora Marco Zero/FINEP, Rio de Janeiro, 1985. 588p.

Tabela 3.1
Evolução da Potência Instalada de Geração de Energia Elétrica no Brasil
 (MW)

<i>DÉCADAS</i>	<i>TOTAL</i>	<i>HIDRÁULICA</i>	<i>TÉRMICA</i>
Até 1900	10,376	5,283	5,093
1910	157,401	124,672	32,729
1920	367,018	300,946	66,072
1930	778,802	630,050	148,752
1940	1.243,877	1.009,346	234,531
1950	1.882,500	1.535,670	346,830
1960	4.800,100	3.642,000	1.158,100
1970	11.047,915	8.835,046	2.212,869
1980	33.365,695	27.499,413	5.866,282
1990	53.050,000	45.558.000	6.835,000

FONTE: Até 1950, ver BAER, W. (1983). *A Industrialização e o Desenvolvimento Econômico do Brasil*. Editora da Fundação Getúlio Vargas, 5a Edição, p.499 (Esta publicação apresenta uma série da capacidade Instalada de energia elétrica, térmica e hidráulica, que vai de 1883 a 1961. 1960 - Ver CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE NO BRASIL. (1988). *Panorama do Setor de Energia Elétrica no Brasil*. Rio de Janeiro, 333p., p.149.1970 a 1980 - SIESE, (s.d.). *Relatório Estatístico do Setor de Energia Elétrica, 1970/1984*, Rio de Janeiro, p.11. 1990 - BRASIL.MME (1994). *Balanco Energético Nacional, Ano Base 1993*, 140p..

Tabela 4.1

Estrutura dos Custos das Diversas Técnicas de Produção de Eletricidade (em %)

	Hidráulica	Nuclear	Térmica (carvão)	Térmica (óleo)
Amortização do Investimento	80	50	30	25
Compra de Combustíveis	0	30	55	60
Despesas de Exploração	20	20	15	15

FONTE: MARTIN, J. M. *A Economia Mundial da Energia*. Tradução: Elcio Fernandes, São Paulo: Editora da UNESP, 1992, p. 38

Tabela 4.2
Usinas Hidrelétricas em Operação por Sistemas e Faixa de Potência - 1991

Faixa de Potência (MW)	Nº de Usinas		Potência Instalada* (MW)		Área Inundada (km ²)		Volume Total dos Reservatórios (hm ³)	
	S/SE/CO	N/NE	S/SE/CO	N/NE	S/SE/CO	N/NE	S/SE/C O	N/NE
0 - 30	-	4	6.596,4	100		82,1		583,0
31 - 100	19	2	1.071,0	126,4	956,9	583,0	14743,0	4635,0
101 - 500	24	6	6.351,6	1489,	3888,9	2830,4	59578,9	233771,0
501-1000	2	1	1.520,0	800,0	515	4,8	10450,0	26,0
Maior que 1000	13	4	25438,0	8860,0	7499,9	7495,3	156192	90444,5
TOTAL			40977,0	11375,4	12860,7	10995,6		

FONTE: Elaborada com base em ELETROBRÁS. Plano 2015, Projeto 4 - *A Oferta de Energia Elétrica. Potencial Hidrelétrico*. Rio de Janeiro, 1992

(*) A potência instalada total no Brasil corresponde a 57.123 MW.

Tabela 4.3
Produção Bruta de Energia Elétrica por Região e Tipos de Sistemas.GWh (1993)

	Norte	Nordeste	Sub- total N + NE	Sudeste	Sul	Centro -Oeste	Sub-total SE + S + CO	TOTAL GERAL
Interligados	17.791	33.801	51.592	116.217	61.322	3.685	181.224	232.815
Hidráulica	17.791	33.801	51.592	115.293	58.367	3.683	177.343	228.935
Térmica		(0)	(0)	924	2.955	2	3.881	3.881
Isolados	4.202	138	4.340	360	101	327	788	5.128
Hidráulica	2.163	135	2.298	360	51	57	468	2.766
Térmica	2.039	3	2.042		50	270	320	2.362
Total	21.993	33.939	55.932	116.577	61.423	4.012	182.012	237.944
Hidráulica	19.954	33.936	53.890	115.653	58.418	3.740	177.811	231.701
Térmica	2.039	3	2.042	924	3.005	272	4.201	6.243
Auto-Prod.								13.861
Hidráulica								3.370
Térmica								10.491
Total Geral								251.805
Hidráulica								235.071
Térmica								16.734

FONTE: SIESE. No caso da auto-produção: BRASIL. *Balanco Energético Nacional, 1994 - Ano Base 1993.*
 Brasília, 1994, 140p.

Tabela 4.4
Produção Bruta de Energia Elétrica de Origem Térmica, por Fontes, Regiões e
Tipos de Sistemas

	Norte	Nordeste	N + NE	Sudeste	Sul	C. Oeste	SE+S+CO	Total
Interligado		(0)*	(0)	924	2.954	2	3.880	3.880
Diesel		(0)	(0)	(0)		2	2	2
O. Comb.				482	61		543	543
Carv. min.					2.893		2.893	2.893
Urânio				442			442	442
G. Natural								
Isolado	2.039	3	2.042		50	270	320	2.362
Diesel	1.438	3	1.441		50	270	320	1.761
O. Comb.	601		601					601
Carv. Min.								
Urânio								
G. Natural								
Total	2.039	3	2.042	924	3.004	272	4.200	6.242
Diesel	1.438	3	1.441	(0)	50	272	322	1.763
O. Comb.	601		601	482	61		543	1.144
Carv. Min.					2.893		2.893	2.893
Urânio			442	442			442	442
G. Natural								
Auto-prod.								10.491
Diesel								346
O. Comb.								1.949
Carv. Min.								176
G. Natural								392
Lenha								822
B. de cana								2.032
Lixívia								1.861
G. de Coq.								515
Outras								2.398

FONTE: SIESE e-BRASIL. Balanço Energético Nacional, 1994 - Ano Base 1993, Brasília, 1994, 140p.

(0) = Quantidade igual ou inferior a 10 MWh

Tabela 4.5
Extensão das Linhas de Transmissão, por Regiões e Níveis de Tensão - Km

		Norte	Nordeste	N+NE	Sudeste	Sul	C.Oeste	Se+S+C O	Brasil
A	69 kV	1317,6	17259,4	18577,0	11181,7	6174,8	2808,9	20165,4	38492,2
	88 kV				3437,4			3437,4	3436,6
T	138 kV	1028,9	2866,8	3895,7	33009,6	7584,8	5829,7	46424,1	49909,7
	230 kV	949,3	10417,4	11366,7	3696,6	8975,7	2460,4	15132,7	26083,1
E	345 kV				8123,3		338,0	8461,3	8295,2
	440 kV				5923,2			5923,2	5713,2
A	500 kV	776,2	4972,6	5748,8	5785,6	2517,3	100,6	8403,5	13753,2
T	600 kV*					1612,0		1612,0	1612,0
	750 kV				1138,0	645,0		1783,0	1783,0
	TOTAL	4072,0	35516,2	39588,2	72295,4	27509,6	11537,6	111342,6	149076,2

FONTE: Com base em SIESE. *Boletim Trimestral, Síntese 1993*. Rio de Janeiro, 1994

(*) - Corrente Contínua (para os demais níveis de tensão, corrente alternada).

AT - Alta Tensão

EAT - Extra Alta Tensão

Tabela 4.6
Potência Instalada em Subestações - MVA (1993)

	Norte	Nordeste	N+NE	Sudeste	Sul	Centro Oeste	SE+S+CO	Brasil
25 kV/outras ¹	3.992,8	8.134,1	12.126,9	24.368,2	22.468,2	2.469,0	49.305,4	61.432,3
59 kV/outras	1.398,4	5.613,1	7.011,5	4.085,5	5.383,3	593,3	10.062,1	17.073,6
88 kV/outras				5.463,3			5.463,3	5.463,3
138 kV/outras	153,8	663,3	817,1	30.380,7	5.875,6	2.511,8	38.768,1	39.585,2
230 kV/outras	1.465,0	8.856,8	10.321,8	5.409,4	9.688,9	1.655,4	16.753,7	27.075,5
345 kV/outras				28.978,0		1.610,0	30.588,0	30.588,0
440 kV/outras				14.811,0			14.811,0	14.811,0
500 kV/outras	1.899,9	8.100,0	9.999,9	16.770,0	14.127,0	100,6	30.997,6	40.997,5
750 kV/outras				6.300,0	9.900,0		16.200,0	16.200,0
TOTAL	8909,9	31.367,3	40.277,2	136.566,1	67.443,0	8.940,1	212.949,2	253.226,4

FONTE: SIESE. *Boletim Trimestral, Síntese 1993*. Rio de Janeiro, 1994.

(1) - Apenas transformadores elevadores de usinas.

Tabela 4.7

Brasil. Auto-produção - Potência Instalada em Turbinas a Vapor 1986 (MW)

Estado	Potência Instalada
São Paulo	627,6
Paraná	134,8
Santa Catarina	79,8
Rio Grande do Sul	91,9
Goiás	26,0
Espírito Santo	154,6
Rio de Janeiro	160,8
Minas Gerais	170,1
Alagoas	139,1
Ceará	9,3
Sergipe	11,6
Rio Grande do Norte	12,5
Paraíba	4,8
Pernambuco	126,0
Bahia	210,0
Total	2626,5 (*)

(*) Desse total, 32,2% correspondem ao setor Sucro-alcooleiro

FONTE: ELETROBRÁS. Plano Nacional de Energia Elétrica 1993-2015. Projeto 4. *A oferta de Energia Elétrica. Derivados de Petróleo*, Rio de Janeiro, 1992

Tabela 4.8
Consumo de Energia Elétrica por Região e Sistemas - GWh (1993)

	Norte	Nordeste	N+NE	Sudeste	Sul	Centro Oeste	SE+S+CO	Brasil*
Industrial	6.801	19.183	25.984	71.189	13.789	2.468	87.446	113.430
Residencial	2.085	7.396	9.481	32.106	8.473	3.530	44.109	53.590
Comercial	1.065	3.705	4.770	16.611	4.134	1.813	22.558	27.328
Outros	1.180	5.459	6.639	17.162	6.490	2.405	26.057	32.696
Total	11.131	35.743	46.874	137.068	32.886	10.216	180.170	227.044
KWh Total por Consumidor	7425,6	4.699,3	5.148,2	7.729,1	5.400,0	4.524,4	6.907,8	6.452,5
KWh Residencial por Consumidor	1.584,0	1111,0	1.189,9	2.078	1.767	1.848	1991,2	1.779,0

FONTE: Elaborada com base em "SIESE. Boletim Trimestral - Síntese 1993. Rio de Janeiro, 1994.

(*) Como não foi possível desagregar a eletricidade consumida e fornecida pelos sistemas isolados, as informações relativas às Regiões estão um pouco superestimadas, com uma maior probabilidade de erro para as Regiões Nordeste e, principalmente, Norte, onde é maior a presença dos sistemas isolados.

Tabela 5.1

Cenários Macroeconômicos para o Brasil - Taxas de Crescimento do PIB (% a.a)

Ano	Cenário			
	I	II	III	IV
1990	-4,0	-4,0	-4,0	-4,0
1991	1	1	1	1
1992	-2,0	0,0	3,0	3,0
1993	4,0	2,0	5,0	5,0
1994	5,0	3,0	5,0	5,0
1995	0,0	4,0	5,0	5,0
1990/95	1,6	2,0	3,8	3,8
1995/00	2,0	5,0	6,0	7,0
2000/05	5,0	5,0	6,0	6,0
2005/2015	4,0	4,0	5,0	6,0

FONTE: (CECCHI&SCHETHMAN, 1996, p. 261).

Tabela 5.2

Cenários de Conservação de Energia (TWh)

Cenário/Ano	1995	2000	2010	2015
I	3,0	9,0	42,8	63,9
II	3,6	14,7	50,9	75,8
III	4,6	17,8	70,8	105,3
IV	5,2	20,0	81,6	123,7

FONTE: (CECCHI&SCHECHTMAN, 1996, p. 266)

Tabela 5.3

Cenários de Energia Elétrica Auto-produzida (TWh)

Cenário/Ano	1995	2000	2010	2015
I	10,4	13,9	23,1	28,9
II	10,4	16,3	28,6	38,3
III	10,4	17,9	36,5	61,0
IV	10,4	23,4	48,3	83,1

FONTE: (CECCHI&SCHECHTMAN, 1996, p. 268)

Tabela 5.4
Resultados Quantificáveis do PROCEL em 1995

	Metas	Nova Previsão
Investimentos (10 ⁶ R\$)	61,291	29 + 4,6
Energia Economizada (GWh)	894	724
Usina Equivalente Evitada (MW)	182	147
Investimento Evitado (10 ⁶ R\$)	364	294
Relação Custo/Benefício	5,96	10,13

FONTE: PROCEL. *Avaliação do PROCEL em 1995 e Subsídios para a Revisão do seu Plano de Ação 1996 - 1997*. DO/ADO, Rio de Janeiro, dez., 1995

Tabela 5.5
Resultados Alcançados pelo PROCEL
(1986/1995)

	1986-1993	1994	1995
Investimentos (10 ⁶ R\$)	24	9,5	29
Energia Economizada (GWh)	1.200	294	724
Usina Equivalente Evitada (MW)	200	60	147
Investimento Evitado (10 ⁶ R\$)	400	120	294
Relação Custo/Benefício	1:17	1:12,6	1:10

FONTE: PROCEL. *Avaliação do PROCEL em 1995 e Subsídios para a Revisão do seu Plano de Ação 1996-1997*. Rio de Janeiro, DO/ADO, 01 de dezembro.

Tabela 6.1
Principais Características do Sistema de Potência da CPFL
(1995)

Características	
Geração Bruta (GWh)	498 (57GWh de co-geração)
Consumo Total (GWh)	4.536
Número Total de Consumidores	2.244.694
Número de Consumidores Residenciais	1.923.677
Extensão das Linhas de Transmissão (km)	5.905
Potência Instalada em Subestações (MVA)	231
Extensão da Rede de Distribuição (km)	63.624
Número de Transformadores	139.866
Potência Instalada dos Transformadores-(MVA)	7.321
Número de Usinas	19 (sendo uma térmica)

FONTES: Perfil do Setor de Energia Elétrica. *Eletricidade Moderna*. Arenda Editora, Ano XXIV, N° 268, julho, 1996.

Tabela 6.2

Número de Consumidores e Consumo de Energia Elétrica na Área de Concessão da CPFL, por Tipos de Consumidores

	Número de Consumidores	Consumo (GWh)	(%) do Consumo
Residencial	1.849.500	4.074,5	27,2
Comercial	171.670	1.740,7	11,7
Rural	74.411	734,6	4,9
Industrial	41.089	6.644,0	44,5
Iluminação Pública	820	595,1	4,0
Poderes Públicos	15.023	367,8	2,5
Serviços Públicos	2.306	756,1	5,1
Consumo Próprio	565	27,2	0,1
Total	2.155.384	14.940,0	100,0

FONTE: CESP. *Anuário Estatístico de Energia Elétrica. Consumo por Município. Estado de São Paulo, 1994. Série Indicadores, 007, São Paulo, 1995.*

Tabela 6.3
Programa Decenal de Geração de Energia Elétrica da CPFL - 1996-2005

Usina Hidrelétrica*	Capacidade Instalada (MW)	Entrada em Operação	Benefício Energético (MWa)	Custo Total (10⁶ US\$) (Sem j.d.c.)	Custo Total (US\$/KW) (Sem j.d.c.)	Custo Total (US\$/MW) Com j.d.c.
Retiro	15	dez./97	7	33,4	2228	67
S. Domingos	13,9	dez./98	7	36,6	2591	75
Monjolinho-SE	21,9	dez./98	10	46,3	2133	66
São Sebastião	19	dez./98	9	42,9	2254	65
S.Rita Sapucaí	16,5	dez./00	8	38,7	2346	71
Sapucaí	15,2	dez./98	7	36,6	2405	72
Barretos	51	dez./02	29	90,6	1777	43
Viradouro	45	mar./03	24	74,8	1663	39
Ananguera	20	dez./97	20	39,7	1985	59
Palmeiras	15	dez./97	7	34,2	2279	73
Total	232,5		128	473,8		

FONTE: GCPS. *Plano Decenal de Expansão*. 1994/2003. ELETROBRÁS/GCPS, Rio de Janeiro, dezembro, 1993.

(*) Observações: 1) Todas as usinas localizam-se na Bacia do Paraná; 2) Com exceção da UHE Barretos e da UHE Viradouro, que estão em fase de inventário, as demais usinas encontram-se em fase de estudo de viabilidade; 3) Estas usinas não tiveram autorização ou concessão outorgada; 4) Estas usinas também não entraram no cálculo do custo marginal de expansão do setor.

Tabela 6.4
Principais Indicadores de Desempenho da CPFL

Indicador	1990	1991	1992	1993	1994
DEC (horas/consumidor)	10,21	10,40	8,70	8,38	8,70
FEC (Números/consumidor)	7,56	7,19	6,30	6,50	6,90
Consumidor/Empregado	237	250	257	277	278

FONTE: CPFL

Tabela 6.5
Painéis Realizados pela CPFL em suas Regionais

TEMAS	REGIONAIS				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
A. Visão dos Clientes sobre os Serviços Prestados pela CPFL					
1. Visão do Poder Público	4				1
2. Visão Industrial	2				
3. Visão do Comércio e do Segmento de Serviços	1				1
4. Visão Empresarial	2				
B. Tendências do Mercado					
1. Ramo Imobiliário	1				
2. Hotelaria e Turismo		1			
3. Produtividade na Indúst. de Embalagens, Novas Tecnol., Mercado, Perspectivas e Planejamento. 1996/2000		1			
4. Perspectiva de Mercado e Relacionamento com a CPFL		1			
5. Hidrovia Piracicaba-Tietê/Oportunidades de Negócios		1			
6. Mercado-Papel e Papelão		1			
7. Mercado da Alimentação		1			
8. Mercado - Metal-Mecânica		1			
9. A Perspectiva para o Segmento Industrial					1
10. A Perspectiva para o Segmento Agro-Industrial					1
11. Análise de Mercado e Cenários (Indústria Têxtil)		1			
C. Desenvolvimento Local e Nacional					
1. Política Econômica Brasileira		1			
2. Perspectiva de Desenvolvimento Econômico Regional			1	4	
3. Desenvolvimento Industrial e Tecnológico		1			
4. Novo Modelo de Captação de Recursos		1			
5. Performance Econômico-Financeira		1			
D. Aspectos Sociais, Ecológicos e da Qualidade dos Serviços					
1. Habitação, Crescimento Urbano e Qualidade de Vida		1			
2. A CPFL e o Meio Ambiente	1				
3. Influência da Qualidade no Fornecimento para os Consumidores de Informática	1				
TOTAL	12	13	1	4	4

FONTE: Elaborado com base em CPFL. *Planejamento Empresarial. 1996/2000. Síntese dos Painéis Realizados nos Distritos.* Campinas, 1995.

(1) Baurú. (2) Campinas. (3) Araraquara. (4) São José do Rio Preto. (5) Ribeirão Preto

Tabela 6.6
Balanço Energético da CPFL
(1992)

Especificação	(MWh)	(%)
Energia Requerida	14.314.428	100,0
Geração Própria	397.104	2,8
Intercâmbio	13.917.324	97,2
Energia Fornecida	14.314.428	100,0
Consumo Direto	13.440.045	93,9
Industrial	5.879.150	41,1
Residencial	3.570.798	24,9
Comercial	1.538.394	10,7
Outros	2.340.949	16,4
Suprimento Concessionárias	20.426	0,1
Perdas e Diferenças*	853.957	6,0
Perdas e Diferenças**		6,3

FONTE: ELETROBRÁS

(1) Saldo líquido contabilizado: Recebimentos - Fornecimentos (no caso o fornecimento é nulo)

(*) Percentual em relação a Energia Requerida ou Fornecida

(**) Percentual em relação às Vendas Totais.

Tabela 6.7
Perdas de Eletricidade das Concessionárias Distribuidoras
(1992)

Concessionária	Perdas (%)
CEB	8,5
CELG	23,1
CELPA	22,1
CELPE	13,3
CERJ	19,4
COELBA	13,9
COELCE	11,4
CPFL	6,0
ELETROPAULO	8,1
ESCELSA	10,9
LIGHT	12,5

FONTE: ELETROBRÁS

Tabela 6.8
Convênios (C) e Acordos de Cooperação (AC) Realizados pela CPFL
(1994)

	Número	Modalidade	Valor (US\$)
Diretoria de Distribuição	6		405.750,00
Universidades	3	(C)	401.750,00
Institutos de Pesquisas	2	(C)	4.000,00
Empresas Nacionais	1	(AC)	-
Diretoria de Operações	3		600.000,00
Universidades	3	(AC Tec/Cient.)	600.000,00
Total	9		1.005.750,00

FONTE: CPFL

Tabela 6.9
Evolução da Estrutura das Destinações dos Investimentos da CPFL. 1990/94
(%)

Investimentos	1990	1991	1992	1993	1994
Total (10 ⁶ R\$)	126,8	120,2	117,5	102,4	194,6
Serviços de Apoio /Auxiliares Gerais	16,0	16,6	23,0	10,9	30,0
Expansão do Sistema	84,0	83,4	77	89,1	70
Distribuição	56,8	47,8	48,0	64,0	46,0
Transmissão	23,2	15,9	17,4	17,7	22,0
Geração	4,0	19,7	11,6	7,4	2,0

FONTE: CPFL

Tabela 6.10

**Distribuição dos Investimentos da ELETRONORTE na Expansão dos Sistemas
(1990 e 1994)**

	1990 a 1994	
	Valor (10 ⁶ US\$)	(%)
Distribuição	46,50	7,1
Transmissão	215,91	33,1
Geração	390,95	59,8
Total	653,36	100,0

FONTE: ELETRONORTE

Tabela 6.11

Participação dos Tipos de Sistemas por Formas de Geração

	Hidrelétrica		Termelétrica		Total	
	(MW)	(%)	(MW)	(%)	(MW)	(%)
Sistema Interligado	4.240	90,1	116,0	14,8	4.356	79,4
Sistema Isolado	464	9,9	667	85,2	1.131	20,6
Manaus	250	5,3	341	43,6	591	10,8
Boa Vista	-	-	94	12,0	94	1,7
Macapá	40	0,9	54	6,9	94	1,7
Rio Branco	-	-	98	12,5	98	1,8
Porto Velho	174	3,7	80	10,2	254	4,6
Total	4.704	100,0	783	100,0	5.487	100,0

FONTE: ELETRONORTE

Tabela 6.12
Participação das Fontes de Geração de Eletricidade por Tipos de Sistemas da
ELETRONORTE

	Hidrelétrica		Termelétrica		Total	
	(MW)	(%)	(MW)	(%)	(MW)	(%)
Sistema Interligado	4.240	97,3	116,0	2,7	4.356	100,0
Sistema Isolado	464	41,0	667	59,0	1.131	100,0
Manaus	250	42,3	341	57,7	591	100,0
Boa Vista	-	-	94	100,0	94	100,0
Macapá	40	42,6	54	57,4	94	100,0
Rio Branco	-	-	98	100,0	98	100,0
Porto Velho	174	68,5	80	31,5	254	100,0
Total	4.704	85,7	783	14,3	5.487	100,0

FONTE: ELETRONORTE

Tabela 6.13
Usinas em Operação na ELETRONORTE¹

Usina	Tipo	Rio	Capacidade Instalada (MW)
Sistema Interligado			4.240
Tucuruí	Hidrelétrica	Tocantins	4.200
Tucuruí Piloto	Hidrelétrica	Tocantins	40
São Luís	Diesel		116
Sistema Isolado			691
C. Nunes	Hidrelétrica	Araguari	40
Balbina	Hidrelétrica	Jamari	174
Aparecida	Óleo Combust.		40
Mauá	Óleo Combust.		132
Eletron	Diesel		90
Santana	Diesel		51
Rio Acre	Diesel		18
Rio Branco 1	Diesel		12
Rio Branco 2	Diesel		16
Porto Velho	Diesel		12
Rio Madeira	Diesel		54
Boa Vista	Diesel		16
Floresta	Diesel		36
Total			4.931

FONTE: (ELETROBRÁS, 1996)

(1) - Capacidade superior a 10 MW

Tabela 6.14
Programa de Expansão da Geração de Energia Elétrica (Sistema Interligado e
Isolados das Capitais) da Região Norte
(1996/2005)

Usina	Rio	Capacidade Instalada (MW)	Início de Operação
Sistema Interligado		2.450	
Tucuruí (2ª etapa)	Tocantins	2.450	Jan-03
Sistemas Isolados		1.720	
Manaus			
UTE Aparecida (2 Turbinas à gás)		100	out-96
Repotencialização Eletron		110	dez-97
UTE Mauá (Unid. 5 e 6)		50	jan-98
UTE Mauá Ciclo Comb. (Unid. 7 a 9)		240	dez-98
UTE Mauá Ciclo Comb. (Unid. 10 a 12)		240	dez.-02
Porto Velho			
UHE Samuel (Unid. 5)	Jamari	43	jun.-96
UTE Rio Madeira (1 Turbina à gás)		40	out-96
UTE Cairi. Ciclo Comb. (Unid. 1 a 3)		240	dez-98
UTE Cairi. Ciclo Comb. (Unid. 4 a 7)		320	out-01
Rio Branco			
UTE Rio Acre (Unid. 3 e 4)		40	jun-98
UTE Rio Acre (Unid. 5 e 6)		40	mar-03
Macapá			
UTE Santana (Unid. 4 e 5)		80	out-96
UTE Santana (Unid. 6 e 7)		80	jun-02
UHE C. Nunes (ampl.)	Araguari	27	dez-98
Boa Vista			
UTE Floresta (Unid. 4) (1 Turb. à gás)		18	mai-98
UTE Floresta (Unid. 5)		18	ago-02
UHE Cotingo	Cotingo	34	dez-04
Total		4.170	

FONTE: Elaborada com base em ELETROBRÁS (1996). *Plano Decenal de Expansão. 1996 - 2005*. Rio de Janeiro, GCPS

Tabela 6.15

Crescimento dos Sistemas de Potência das Principais Geradoras Federais

	1982	1995	(% a.a)	Adições aos Sistemas
ELETRONORTE				
1) Capac. Instalada (MW)	701,0	5.293,4	16,9	4.598,4
1.1) Hidráulica	42,0			
1.2) Térmica	659,0			
2) Geração (Gwh)	1.294,8	26.203,0	26,0	24.910,2
2.1) Hidráulica	115,0			
2.2) Térmica	1.179,8			
3) Linhas de Transmissão (km)	1.435	6.048,2	11,7	4.613,2
4) Subestações (MVA)	2.636	15.119,0	14,4	12.483,0
FURNAS				
1) Capac. Instalada (MW)	7.468,0	8.123,0	0,7	
1.1) Hidráulica	6.801,0			
1.2) Térmica	666,0			
2) Geração (Gwh)	26.600,0			
2.1) Hidráulica	26.535,9			
2.2) Térmica	64,2			
3) Linhas de Transmissão (km)	10.643,0	15.389,0	2,9	
4) Subestações (MVA)	22.710,0	60.383,0	7,8	

Tabela 6.15
(continuação)

	1982	1995	(% a.a)	Adições aos Sistemas
ELETROSUL				
1) Capac. Instalada (MW)	2.889,0	3.222,0	0,8	333,0
1.1) Hidráulica	2.269,0			
1.2) Térmica	620,0			
2) Geração (GWh)	8.972,9	15.708,0	4,4	6.735,1
2.1) Hidráulica	6.415,1	13.469,0	5,9	7.053,9
2.2) Térmica	2.557,8	2.239,0	-1,0	-318,8
3) Linhas de Transmissão (km)	5.871,7	8.926,6	3,3	3.054,9
4) Subestações (MVA)	8.244,1	9.219,3	0,9	975,2
CHESF				
1) Capac. Instalada (MW)	5.766	9.204,0	3,7	3.438,0
1.1) Hidráulica	5.235,0	8.772,0	4,1	3.537,0
1.2) Térmica	531,0	432,0	-1,6	99,0
2) Geração (GWh)	14.404,8	35.264,0	7,1	20.860,2
2.1) Hidráulica	14.402,6	35.264,0	7,1	20.861,4
2.2) Térmica	1,2	-	-	-
3) Linhas de Transmissão (km)	13.127,9	15.322,1	1,2	2.194,2
4) Subestações (MVA)	14.225,1	25.050,4	4,4	10.825,3

FONTE: SIESE e ELETRICIDADE MODERNA. Rio de Janeiro, Aranda Editora, Ano XXIV, Nº 268, Julho, 1996.

Tabela 6.16

Estrutura do Mercado de Energia Elétrica da ELETRONORTE

	1982		1992	
	(GWh)	(%)	(GWh)	(%)
Consumo Total	942,7	100,0	12.839,0	100,0
Residencial	229,6	24,4	574,2	4,5
Industrial	201,0	21,3	11.679,5	91,0
Comercial	157,4	16,7	281,8	2,2
Outros	354,7	37,6	303,5	2,3
Suprimento	1703,0	64,4 ¹	7.428,9	36,7 ¹
Vendas Totais	2.645,7		20.267,9	

FONTE: ELETRICIDADE MODERNA. Rio de Janeiro, Aranda Editora, Ano XXIV, N° 268, Julho, 1996.

Tabela 6.17

Perdas Técnicas e Comerciais nos Sistemas de Transmissão e Distribuição da ELETRONORTE

		Perdas Técnicas		Perdas Comerciais	Total
		Transmissão	Distribuição	Distribuição	
1990	(MWh)	790.039	106.321	117.266	1.013.626
	(10 ³ US\$)	22.786	7.060	7.654	37.500
1991	(MWh)	891.213	160.545	160.030	1.211.788
	(10 ³ US\$)	24.003	10.564	10.456	45.023
1992	(MWh)	899.057	159.738	159.596	1.218.391
	(10 ³ US\$)	25.323	10.508	10.422	46.253
1993	(MWh)	1.000.618	189.760	186.909	1.377.287
	(10 ³ US\$)	29.244	12.505	12.242	53.991
1994	(MWh)	1.168.885	237.694	233.372	1.639.951
	(10 ³ US\$)	32.433	15.671	15.297	63.401

FONTE: Elaborada com base nos dados fornecidos pela ELETRONORTE

Tabela 6.18

Capacidade de Processamento de Informações por Órgão - (MIP'S)

Órgão	1990	1991	1992	1993	1994
CPD Brasília	9	9	9	42	42
CPD Manaus	7	7	7	7	7
Total	16	16	16	49	49

FONTE: ELETRONORTE

Tabela 6.19

Rede Computacional da ELETRONORTE por Órgão

Órgão	Mainframes	Velocidade de Processamento	Capacidade de Armazenamento	Quantidade de Terminais
CPD Brasília	IBM 3090-40J	83 MIP S	256 Gb	793
CPD Manaus	IBM 4381-R14	7 MIP S	64 Gb	151

FONTE: ELETRONORTE

Tabela 6.20

Capacidade Geradora Instalada e Geração Bruta de Energia Elétrica de FURNAS, por Tipos de Usinas

(1995)

Especificação	Entrada em Operação	Unidades (MW)	Capacidade (MW)	Geração Bruta (GWh)
TOTAL			8.123	31.052
Hidrelétricas			6.800	30.690
Furnas	1963	8×152	1.216	5.643
L. C. B. Carvalho	1969	6×175	1.050	4.170
Funil	1969	3×72	216	726
Porto Colômbia	1970	4×80	320	1.959
Mascarenhas de Moraes	1973	2×40; 2×48 4×49; 2×52	476	3.101
Marimbondo	1975	8×180	1440	6.893
Itumbiara	1980	6×347	2082	8.198
Termelétricas			666	307
Santa Cruz	1967	2×82; 2×218	600	306
Campos	1977	2×15	30	1
São Gonçalo	1977	1×11; 1×25	36	0
Nucleletricas			657	55
Angra I	1985	657	657	55

FONTE: FURNAS. *Anuário Estatístico 1996. Ano Base 1995.* Rio de Janeiro, 1995.

Tabela 6.21
Distribuição dos Investimentos de FURNAS no Sistema de Potência
(1990/1994)

	Valor	
	(10 ⁶ R\$)	(%)
Expansão do Sistema	2.568,56	95,0
Transmissão	544,77	20,1
Geração	2.023,79	79,9
Manutenção do Sistema	135,65	5,0
Total	2.704,21	100,0

FONTE: FURNAS

Obs. R\$ 1,00 (nov/95)

Tabela 6.22

Incrementos Médios da Energia Suprida por FURNAS em Comparação com o
Incremento da Capacidade de Transformação e das Redes de Transmissão

	1986	1991	1992	1993	1994	1995	(% a.a.)
Suprimento (TWh)	37,0	84	80	86	101	108	12,6
Capacid. de Transformação (MVA)	37,6	57,7	50,0	60,2	60,4	60,4	5,4
Extensão de Redes (km)	12,3	15,0	15,2	15,2	15,5	15,5	2,6

FONTE: FURNAS. *Anuário Estatístico 1996. Ano Base 1995*, Rio de Janeiro, 1996.

Tabela 6.23

Investimentos em Transmissão nas Regiões Sudeste e Centro-Oeste

(10⁶ RS-dez./94)

Empresa	1996	1997	1998	1999	2000	Total
FURNAS	211,9	357,7	188,5	327,9	76,5	1.162,5
CEB	9,1	0,43	8,2	-	-	17,7
CELG	15,9	12,8	17,1	8,4	31,5	85,7
CEMAT	77,8	40,4	35,5	65,7	70,5	289,9
CEMIG	76,8	86,1	55,5	37,7	32,2	288,2
CERJ	46,2	20,4	10,7	12,8	2,9	93,0
CESP	37,5	33,5	127,2	148,7	56,9	403,7
CPFL	32,6	25,1	24,8	36,3	32,9	151,7
ELETRONORTE	23,6	30,9	20,1	6,2	8,9	89,7
ELETROPAULO	128,3	240,9	235,7	231,0	91,5	927,4
ESCELSA	23,6	21,5	15,3	8,7	6,1	75,2
LIGHT	31,7	68,9	49,1	33,4	33,2	216,3
Total	715,0	938,6	787,7	916,8	443,0	3.801,1
Participação de FURNAS no Total	29,6	38,1	23,9	35,8	17,3	30,6

FONTE: ELETROBRÁS. *Plano Decenal de Expansão. 1996/2005*. Rio de Janeiro, GCPS, p. 114, 1996.

Tabela 6.24
Evolução dos Resultados Financeiros de FURNAS
(10⁶ US\$)

Discriminação	1991	1992	1993	1994	1995
Receita Operacional	2.078	2.549	1.990	3.028	2.975
(-) Deduções à Receita Operacional	-	-	48	112	139
(-) Despesa Operacional	2.043	2.749	2.094	2.967	3.092
Receitas (Despesas) Financeiras	(64)	238	(39)	(8)	4
Receitas (Despesas) não Operacional	(2)	-	(1)	-	4
Lucro (Prejuízo) Antes do Imposto de Renda e da Contribuição Social	(31)	38	(192)	(59)	(256)
(-) Provisão para Imposto de Renda	-	17	(76)	(60)	(154)
(-) Contribuição Social	14	29	(2)	(5)	-
Lucro (Prejuízo) Líquido do Exercício	(45)	(8)	(114)	6	(102)

FONTE: FURNAS. *Anuário Estatístico 1996. Ano Base 1995*, Rio de Janeiro, p. 4.7, 1996. (Citando DCB.F/Balanços Anuais de FURNAS).

Tabela 6.25
Índices de Produtividade Comparativos Internacionais

Empresa	País	Ano	Produtividade		Características Operacionais		Dimensão da Empresa	
			GWhVendido/Empregado	Desp. Pessoal/Receita (%)	Vendas B.T/Vendas Totais	Geração Hidrelétrica/Geração Total (%)	Potência Instalada (MW)	Núm. de Empregados
FURNAS	Brasil	95	12,9	9,6	...	91,6	8.123	7.094
ELETROSUL	Brasil	95	10,0	15,3	0	85,7	3.222	3.367
CESP	Brasil	95	7,4	18,3	2,5	100,0	9.434	11.784
CHESF	Brasil	95	4,2	27,2	0	99,9	8.204	8.468
CEMIG	Brasil	95	2,0	29,7	16,4	99,6	4.622	16.452
RWE	Alemanha	95	5,6	...	...	3,3	26.061	22.461
National Power	Inglaterra	95	14,9	3,3	0	0	20.243	5.447
Tohoku Electric Power	Japão	95	4,5	10,8	30,0	21,1	11.488	14.457
Kansai Electric Power	Japão	95	4,9	...	50,0	7,0	35.355	26.707
Tennessee Valley	USA	95	8,1	...	...	12,0	25.831	15.559
EDF	França	94	3,3	...	...	17,0	97.500	117.575
Hydro Quebec	Canadá	94	7,7	17,0	43,0	92,0	30.435	20.528
Manitoba	Canadá	95	5,7	25,0	33,0	93,0	5.343	3.102
ENEL	Itália	94	2,0	37,9	43,5	19,0	54.357	101.849
NOK	Suíça	95	13,3	11,1	0	26,0	3.703	1.322
SYDKRAFT	Suécia	94	10,0	11,4	...	35,0	6.500	3.065

FONTE: FURNAS. *Anuário Estatístico 1996. Ano Base 1996*. Rio de Janeiro, p. 5.9, 1996. (Citando Relatórios Anuais das Empresa).

... Dado não Disponível

Tabela 6.26
Recursos Humanos Contratados para Prestação Serviços em FURNAS

	1990		1991		1992		1993		1994	
	Número	(%)	Número	(%)	Número	(%)	Número	(%)	Número	(%)
Doutorado										
Mestrado										
Graduação	154	13,1	143	12,7	279	27,4	301	24,6	391	26,3
Técnico	351	29,9	416	36,8	370	36,3	439	35,8	532	35,8
Segundo Grau										
Primeiro Grau	670	57,0	570	50,5	471	36,3	485	39,6	564	37,9
Total	1.175	100,0	1.129	100,0	1.020	100,0	1.225	100,0	1.487	100,0

Obs.: As estatísticas acima foram apuradas tomando-se como base os requisitos dos cargos ocupados pelos contratados, por não haver registro da escolaridade dos mesmos.

FONTE: FURNAS

Tabela 6.27
Pessoal Ocupado por Nível de Qualificação

	1990		1994	
	Número	(%)	Número	(%)
Doutorado	7	(-)	3	(-)
Mestrado	140	1,5	93	1,3
Graduação	3.314	35,2	2.788	38,3
Técnico				
Segundo Grau	3.435	36,4	2.870	39,5
Primeiro Grau	2.539	26,9	1.521	20,9
Total	9.435	100,0	7.275	100,0

FONTE: FURNAS

Tabela 6.28
Empregados por Grupos de Cargos
 (%)

	Nível Superior	Formação Técnica e Operacional	Administrativos	Total
1990	30,0	39,2	30,8	100,0
1991	31,8	40,0	28,2	100,0
1992	32,7	40,8	26,5	100,0
1993	32,7	41,4	25,9	100,0
1994	33,0	41,5	25,5	100,0
1995	33,0	41,7	25,3	100,0

FONTE: FURNAS, *Anuário Estatístico 1995. Ano Base 1994*, Rio de Janeiro, 1995.
 (Para 1990). FURNAS. *Anuário Estatístico 1996. Ano Base 1995*, Rio de Janeiro, 1996. (Para os demais anos)

Tabela 6.29
Perdas de Energia Elétrica no Sistema de Potência de FURNAS
 (GWh)

	1990	1991	1992	1993	1994
Geração	609	313	303	687	297
Transmissão	4.343	4.804	4.100	4.457	5.271
A. Perdas Totais	4.952	5.117	4.503	5.144	5.571
B. Suprimento	77.553	83.568	80.003	85.899	100.611
A/B*100	6,4	6,1	5,6	6,0	5,5

FONTE: FURNAS

Tabela 6.30
Perdas de Energia Elétrica no Sistema de Potência de FURNAS
(10³ US\$)

	1990	1991	1992	1993	1994
Geração	17.364	5.444	6.603	12.639	7.316
Transmissão	123.902	83.494	91.516	82.052	130.101
Total	141.266	88.937	98.119	94.692	137.417

FONTE: FURNAS

Tabela 7.1
Pessoal Ocupado no CEPEL (Áreas Técnica e Administrativa) por Nível de
Qualificação - 1990/1994

	1990		1994	
	Quantidade	(%)	Quantidade	(%)
Doutorado	12	1,6	22	3,8
Mestrado	80	10,6	91	15,7
Graduação	174	23,2	113	19,5
Técnico	236	31,4	184	31,7
Segundo Grau	54	7,2	43	7,4
Primeiro Grau	195	26,6	127	21,9
Total	751	100,0	580	100,0

FONTE: CEPEL

Tabela 7.2
Participação do Pessoal Ocupado nas Divisões Técnicas e Administrativo-Financeiras, por Nível de Formação - 1994
 (%)

Divisões	Nível Superior	Nível Médio	Total
Técnicas	81,0	54,2	64,7
Sistemas	20,4	4,0	10,3
Eletrônica	16,4	4,0	8,8
Materiais e Mecânica	12,8	8,2	10,0
Eletrotécnica	14,6	2,0	6,9
Outros	16,8	36,0	28,7
Administrativo-Financeiras	19,0	45,8	35,3
Núcleo de Manut. Predial	2,2	20,6	13,4
Núcleo de Administração	5,3	10,7	8,6
Outros	11,5	14,4	13,3
Total	100,0	100,0	100,0

FONTE: Elaborada com base nas informações do CEPEL

Tabela 7.3
Recursos Humanos Contratados para Prestação de Serviços no CEPEL -
 (1990/94) - (Homens-Mês)

	1990	1991	1992	1993	1994
Doutorado	150	150	150	170	170
Mestrado	450	450	450	510	510
Graduação	150	150	150	170	170
Técnico	150	150	150	170	170
Segundo Grau					
Primeiro Grau					
Total	900	900	900	1020	1020

FONTE: CEPEL

Tabela 7.4
Estrutura do Financiamento das Atividades do CEPEL
(%)

<i>Fonte</i>	1990	1991	1992	1993	1994	1995
ELETRÓBRÁS	86,0	80,9	92,0	89,4	52,6	47,0
Sócios Fundadores	10,9	13,1	3,7	5,7	34,9	31,0
Recursos Próprios	2,8	4,2	1,9	1,8	7,4	5,7
Recursos de Terceiros						15,3
Outros	0,3	1,8	2,4	3,1	5,1	0,6
Total (10³ US\$)	33.602,00	28.302,00	25.002,00	29.402,00	37.627,00	45.760,00

FONTES: CEPEL

Obs: O valor total dos investimentos em 1995 está em reais (R\$). Esse fato não altera muito nossa análise, na medida em que o valor do real manteve-se muito próximo do valor do dólar, em 1995.

Tabela 7.5
Formação Profissional do CEPEL

Nível	Período 1991/94			
	No País		No Exterior	
	Número	Homem-hora	Número	Homem-hora
Doutorado	20	25.760	2	2.576
Mestrado	13	16.744	-	-
Especialização	6	1.314	31	6.789
Estágio	55	12.045	-	-
Total	94	55.863	33	9.365

FONTES: CEPEL

Tabela 7.6
Número de Projetos de Pesquisa Concluídos por Programas do CEPEL
(1993/1994)

Programa	1993	1994
Automação da Distribuição-ADI	01	04
Extensão de Vida Útil e Recapitação de Instalações Elétricas-EVR	09	07
Planejamento e Operação Elétrica-POL	08	03
Planejamento e Operação Energética-PON	02	04
Sistemas de Geração e Armazenamento Complementares-SGC	-	-
Supervisão, Controle e Proteção de Sistemas Elétricos-SUP	09	03
Tecnologia de Equipamentos e Instalações de Transmissão e Distribuição-TEC	05	13
Utilização de Energia-UTE	02	01
Total	36	35

FONTE:CEPEL

Tabela 7.7
Número de Projetos de Pesquisa que Estavam em Andamento por Programas do
CEPEL-(1993/1994)

Programa	1993	1994
Automação da Distribuição-ADI	14	10
Extensão de Vida Útil e Recapitação de Instalações Elétricas-EVR	19	16
Planejamento e Operação Elétrica-POL	21	23
Planejamento e Operação Energética-PON	12	11
Sistemas de Geração e Armazenamento Complementares-SGC	01	05
Supervisão, Controle e Proteção de Sistemas Elétricos-SUP	16	18
Tecnologia de Equipamentos e Instalações de Transmissão e Distribuição-TEC	33	21
Utilização de Energia-UTE	13	18
Total	129	122

FONTE:CEPEL

Tabela 7.8
Recursos de Licenciamento de Tecnologia Própria (10³ US\$)

	1990	1991	1992	1993	1994
Assistência Técnica	50	50	50	50	100
Licenciamento de <i>Know-How</i>	50	50	50	50	150
Total	100	100	100	100	250

FONTE: CEPEL

Tabela 7.9
Número de Trabalhos Publicados Pelos Funcionários do CEPEL

	1990	1991	1992	1993	1994	1990/ 1994
No País	37	92	66	74	104	373
No Exterior	23	66	23	31	46	189
Total	60	158	89	105	150	562

FONTE:CEPEL

Tabela 7.10
Indicador de Desempenho do CEPEL

<i>Indicador</i>	<i>objetivo</i>	1993	1994	1995
Índices de Realização-IR	Avaliação do Andamento Físico dos Projetos	70	75	80

FONTE: CEPEL

Quadro Tabela 7.11
Distribuição dos Gastos do CEPEL
(1993/1994)

	1993 (%)	1994 (%)
Equipamentos e Instalações	5,8	4,0
Custeio	20,1	22,4
Salários e Outros Encargos	74,1	70,2
Outros		3,4
Total (10³ US\$)	29.400,00	37.627,00

FONTE: CEPEL

Tabela 7.12
Convênios, Acordos de Cooperação e Contratos Tecnológicos Mantidos pelo
CEPEL - 1994

	Números	Valor (US\$)
Universidades	34	1.581.972,00
Instituto de Pesquisa	01	60.000,00
Concessionárias Nacionais	01	8.894,28
Outras Empresas Nacionais	01	415.928,98
Total	37	2.066.795,30

FONTE: CEPEL

Tabela 7.13
Pagamentos Relativos ao Licenciamento de Tecnologia (10³ US\$)

	1990	1991	1992	1993	1994
Patentes de Inovação	-	-	-	-	-
Assistência Técnica	51,00	72,86	102,43	132,00	216,00
Licença de <i>Know-How</i>	604,98	756,23	1.078,66	1.033,84	1.650,10
Total	655,98	829,09	1.181,09	1.165,84	1.866,10

FONTE: ELETRONORTE

Tabela 7.14
Os Dez Principais Projetos em Andamento no CEPEL

<i>Projeto</i>	<i>Programa</i>	<i>Prazo (Anos)</i>	<i>Valor (10⁶ US\$)</i>	<i>RH (H-mês)</i>	<i>Atividade Tecnológica (1)</i>	<i>Conhecimento Envolvido (2)</i>
Manutenção Preditiva de Hidro-Generadores		4	2,00	160		
Linha de Potência Natural Elevada		4	3,00	250		
Medidor para Consumidores de Baixa Renda		5	4,50	275		
Análise e Controle de Estabilidade a Pequenas Perturbações em Sistemas de Potência		5	2,00	120		
Modelo Estratégico de Geração Hidro-Térmica a Subsistemas		3	0,30	60		
Nova Geração de Centros de Controle		6	6,00	200		
Centro de Referência de Energia Solar e Eólica		4	1,10	125		
Programa de Qualificação de Equipamentos e Materiais		5	10,00	400		
Programa de Conservação de Energia Elétrica		5	6,50	460		
Banco de Dados Único para Programas de Análise de Sistemas de Potência		5	1,10	125		
Total			36,50	2.175		

FONTE: Elaborada com base nas informações cedidas pelo CEPEL
(1) Apêndice B; (2) Apêndice C

Tabela 7.15
Gastos de FURNAS com Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico (P&D)

	Faturamento Bruto (10 ⁶ US\$)	Gastos com P&D (10 ⁶ US\$)	Gastos com P&D (% do faturamento)
1991	2.800	4,48	0,16
1992	2.800	5,04	0,18
1993	2.700	5,94	0,22
1994	2.650	6,63	0,25

FONTE: OLIVEIRA NETO, J. O. & BARAUNA, A. C., A Patente como Fonte de Informação Tecnológica. *XIII SNPTEE, Grupo VI, Aspectos Empresariais*, Florianópolis, 1995.

Tabela 7.16
Formação Profissional dos Engenheiros da Superintendência de Engenharia de FURNAS

Formação Profissional	Número de Engenheiros	
	Quantidade	(%)
Elétrica	103	39,3
Civil	82	31,3
Mecânica	26	9,9
Eletrônica	18	6,9
Operacional	10	3,9
Agronômica	9	3,4
Telecomunicações	9	3,4
Cartográfica	4	1,5
Metalúrgica	1	0,4
Total	262	100,0

FONTE: Elaborada com base em FRONTIN, S. O. et al, Capacitação Tecnológica da Engenharia de FURNAS: Situação Atual, Perspectivas e Integração com as Universidades. *XIII SNPTEE, Sessão Técnica Especial: Educação em Engenharia*. Florianópolis, 1995.

Tabela 7.17
Faixa Etária dos Engenheiros da Superintendência de Engenharia de FURNAS

Faixa Etária (Anos)	Número de Engenheiros	
	Quantidade	(%)
20 - 24	1	0,4
25 - 29	20	7,6
30 - 34	20	7,6
35 - 39	32	12,2
40 - 44	72	27,5
45 - 49	79	30,2
50 - 54	30	11,5
55 - 59	8	3,0
Total	262	100,0

FONTE: Elaborada com base em FRONTIN, S. O. et al, Capacitação Tecnológica da Engenharia de FURNAS: Situação Atual, Perspectivas e Integração com as Universidades. *XIII SNPTEE, Sessão Técnica Especial: Educação em Engenharia*. Florianópolis, 1995.

Tabela 7.18
Tempo de Formado dos Engenheiros da Superintendência de Engenharia de FURNAS

Faixa de Experiência (Anos)	Número de Engenheiros	
	Quantidade	(%)
0 - 4	17	6,5
5 - 9	23	8,8
10 - 14	28	10,7
15 - 19	72	27,5
20 - 24	81	30,9
25 - 29	32	12,2
30 - 34	9	3,4
Total	262	100,0

FONTE: Elaborada com base em FRONTIN, S. O. et al., Capacitação Tecnológica da Engenharia de FURNAS: Situação Atual, Perspectivas e Integração com as Universidades. *XIII SNPTEE, Sessão Técnica Especial: Educação em Engenharia*. Florianópolis, 1995.

Tabela 7.19
Grupos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) em Atuação em FURNAS
(1995)

Grupos	Ano*	Área de Concentração	Linhas de Pesquisa	Número de Pesquisadores**					
				TO	PG	G	T	SG	P
1. Eng. de Manutenção de Geradores de Tensão e Veloc.	1980	Eng. Elétrica	2	5		2	3		
2. Eng. de Manut. Ensaio de Campo em SE	1990	Eng. Elétrica	1	6		3	3		
3. Detetor de Ruídos em Controle Automático de Carga	1993	Eng. Elétrica	1	1	1				
4. Sincronizador de Disjuntores	1995	Eng. Elétrica	1	2	1	1			
5 Engenharia de Incêndio	1995	Eng. Elétrica	1	4		1	3		
6. Sistema de Testes de Proteção	1994	Eng. Elétrica	1	3	1	2			
7. Qualidade da Tensão Industrial	1990	Eng. Elétrica	2	6	2	4			
8. Aplicação de Pára-raios em Linhas de Transmissão	1995	Eng. Elétrica	1	5	2	2	1		
9. LT de Potência Natural Elevada - LPNE	1993	Eng. Elétrica	1	3	1	2			
10. Estabilidade de Sistemas de Potência	1994	Eng. Elétrica	1	3	2	1			
11. Estabilidade de Sistemas Elétricos de Potência	1993	Eng. Elétrica	2	1	1				
12. Tecnologia de Concreto	1969	Eng. Civil	7	37	2	8	22	5	
13. Geotecnia Aplicada	1987	Eng. Civil	8	32	2	8	16		6
Total			29	108	15	34	48	5	6

FONTE: Elaborada com base em CNPq. *Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil - Versão 2.0.*

(*) Ano de formação.

(**)TO-Total; PG-Pós graduados; G-Graduados; SG-Segundo grau (em sua maioria, técnicos especializados); P-Primeiro Grau

Tabela 7.20
Convênios, Acordos de Cooperação e Contratos Tecnológicos Mantidos por
FURNAS (1994)

	Nº	Modalidade	Valor (10 ³ US\$)
Universidades	1	Convênio	80,00
	1	Contrato	150,00
Instituto de Pesquisa	1	Contrato	90,00
	1	Convênio	60,00
	1	Carteira de Projetos	567,21
	2	Acordo de Cooperação	Sem Ônus
	4	Convênio	Sem Ônus
Empresas Nacionais	-	-	-
Empresas Estrangeiras	1	Convênio	30,00
Concessionárias Nacionais	-	-	-
Concessionárias Estrang.	1	Convênio	200,00
Total	13		1.177,21

FONTE: FURNAS

Tabela 7.21
Dispêndio Bruto com P&D, em Relação às Vendas de Eletricidade
(10⁶ US\$/1989)

Empresa/País	Despesas com P&D (A)	Receitas (B)	A/B (%)
Kansai (Japão)	0,67	17,38	3,9
Tokyo (Japão)	1,30	35,17	3,7
E.D.F. (França)	0,60	26,92	2,2
Ontário H. (Canadá)	0,13	6,26	2,1
Hydro-Quebec (Canadá)	0,11	5,5	2,0
ENEL (Itália)	0,18	13,57	2,3
RWE (Alemanha Fed.)	0,11	10,96	1,0
Bonneville P. Adm. (EUA)	0,02	2,44	0,8
Brit. Colúmbia (Canadá)	0,01	1,77	0,5
Total	3,13	119,97	2,6

FONTE: (RIBEIRO, 1994, p.78)

Apêndices

Apêndice 1

Evolução do Processo de Definição dos Índices de Qualidade no SEB

A principal iniciativa, conduzida pelo MME e pela ELETROBRÁS, visando organizar as ações técnicas e gerenciais das empresas de distribuição de energia elétrica foi realizada em 1975, a partir da criação do Comitê de Distribuição - CODI. Este comitê era composto por diversas concessionárias de energia elétrica, localizadas nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do país e um outro organismo vinculado ao Comitê Coordenador de Operação do Nordeste - CCON, que congrega as empresas concessionárias dessa região.

A criação, organização e fortalecimento do CODI foi de fundamental importância, num primeiro momento, no sentido de reunir e sistematizar os dados e as informações, até então, dispersas no setor. Isso possibilitou a formação de um formidável acervo de conhecimentos técnicos nessa área, para que, em seguida, esses conhecimentos pudessem ser utilizados pelas concessionárias distribuidoras na montagem dos diversos instrumentos básicos de ação técnica e organizacional que tornaram-se necessárias, naquele momento. Dessa forma, dava-se um importante passo, como estabelecia a portaria que os criou, para “fixar diretrizes e definir parâmetros básicos para a implementação, reformulação, manutenção, operação, proteção e segurança dos sistemas elétricos de distribuição, em níveis técnicos e econômicos compatíveis com as respectivas cargas desses sistemas.” (ELETROBRÁS & CODI, 1985a)

Esse acervo técnico, organizado sob a forma prática de (quase) manuais de distribuição de energia elétrica, decorreu de uma ação conjunta entre os representantes (técnicos) das diversas concessionárias, sob a coordenação da ELETROBRÁS. Esse trabalho conjunto, acabou por contribuir fortemente para as ações de planejamento tanto das concessionárias quanto da própria ELETROBRÁS; além de propiciar melhores condições ao DNAEE para o estabelecimento e o disciplinamento das normas técnicas de funcionamento das empresas concessionárias, em especial as de distribuição de energia elétrica.

As concessionárias, por sua vez, para a realização eficaz de suas atividades de planificação deveriam conjugar ações voltadas, basicamente, para dois tipos de sistemas: o *elétrico*, propriamente dito, que envolve toda gama de equipamentos e instalações diversas, por onde é conduzido o fluxo de eletricidade à ser distribuído aos clientes das empresas, e o

sistema-suporte, que compreende os veículos necessários ao transporte de pessoas e equipamentos diversos, o sub-sistema de comunicações (centrais telefônicas, rádios transmissores, etc.), o sub-sistema de informática, o pessoal técnico-administrativo, as edificações, etc..

Nesse sentido, preconizava-se que o planejamento da concessionária deveria atuar sobre esses dois sistemas, adequando-os, ao menor custo possível, às futuras solicitações do mercado consumidor e, ao mesmo tempo, garantindo um suprimento de energia elétrica com níveis de qualidade compatíveis com o mercado. (ELETROBRÁS & CODI, 1985a)

Dessa forma, as ações de planificação dessas companhias deveriam ser equacionadas em dois níveis: o *tático* e o *estratégico*. Neste, recomendava-se decidir sobre as escolhas dos objetivos atuais da distribuição e sobre possíveis mudanças desses objetivos. Nesse contexto, deveria-se procurar estabelecer, principalmente, metas inerentes a: i) qualidade do fornecimento; ii) atendimento ao mercado; iii) metas gerenciais; e, por último, iv) metas econômico-financeiras. No nível *tático*, deveria-se proceder a escolha dos recursos para se atingir os objetivos e as metas propostas no nível estratégico. (ELETROBRÁS & CODI, 1982b)

Através da análise do material bibliográfico (ELETROBRÁS & CODI, 1982a, b, c, d, e) gerado e publicado por iniciativa das empresas participantes do CODI, percebe-se a abrangência das ações realizadas no período, onde, porém, o estágio alcançado pelo conhecimento daquelas concessionárias estava balizado pelos seguintes temas: a) possibilidade do fornecimento de subsídios metodológicos relativos ao planejamento de sistemas de distribuição (ELETROBRÁS & CODI, 1982b); b) subsídios técnicos ao gerenciamento da manutenção e da operação dos sistemas elétricos e de suporte das concessionárias (ELETROBRÁS & CODI, 1982d); c) aspectos relativos a proteção dos sistemas aéreos (ELETROBRÁS & CODI, 1982b) e, por último, d) desempenho técnico dos sistemas de distribuição das empresas (ELETROBRÁS & CODI, 1982a, c, e).

Entretanto, tendo em vista a amplitude do que se propugnava em termos de planejamento das concessionárias de distribuição de energia elétrica, os esforços ficaram aquém dos objetivos. Isto porque, uma vez que aspectos de suma importância, tal como os relativos ao atendimento do mercado, ao gerenciamento administrativo dessas empresas, bem

como os aspectos econômico-financeiros inerentes às suas atividades, pouco foram tratados, pelo menos nesses documentos publicados.

Embora variando de empresa para empresa, isso dá uma idéia do estágio de capacitação alcançado pelas distribuidoras ao longo do seus processos de crescimento e desenvolvimento, até aquele momento.

Em relação a qualidade no fornecimento de energia elétrica, entretanto, tornou-se de fundamental importância, naquele período, o estabelecimento de orientações claras no que diz respeito ao processo de normatização no setor, procurando fazer com que as concessionárias de eletricidade se organizassem no sentido de cumprirem as determinações estabelecidas pelo DNAEE, que também começou a se estruturar nesse sentido, ao mesmo tempo em que o mercado interno se ampliava e se diversificava.

Esse comportamento do mercado vinha redundando numa substancial expansão no consumo de energia elétrica, fazendo com que novos atores mais organizados surgissem (caso, por exemplo, do setor industrial cujos processos produtivos passavam a exigir condições mais rigorosas de fornecimento) e passassem a reivindicar ações mais rigorosas por parte das empresas e do órgão regulador (no caso, o DNAEE) no sentido de trazer melhorias na qualidade do fornecimento dessa fonte energética.

Dessa forma, tornou-se imperativo a elaboração de normas mais rígidas para o fornecimento de energia elétrica que direcionassem as concessionárias para a planificação de seus sistemas de distribuição, tendo em vista esses novos padrões de qualidade.

A concepção da qualidade de um sistema de distribuição, naquele período, passou a ser definida com base nos seguintes indicadores: i) Faixa de Frequência; ii) Distorção Harmônica; iii) Continuidade de Fornecimento; iv) Faixa de Tensão. Enquanto os itens i e ii dizem respeito aos aspectos técnico-operacionais da geração, os dois últimos são específicos ao desempenho dos sistemas de distribuição e, portanto, pertencente ao âmbito de suas responsabilidades. (ELETROBRÁS & CODI, 1982a)

O **fornecimento ideal** de energia elétrica, portanto, seria aquele que apresentasse as seguintes características: a) faixa de frequência nula, ou seja, regulação nula e igual a nominal, por exemplo, 60Hz; b) distorção harmônica nula, onde a senóide da tensão teria um formato perfeito, isenta, portanto, de qualquer distorção de onda; c) continuidade igual a 1

(um), isto é, durante todo o tempo o consumidor estaria sendo suprido; d) faixa de tensão nula, o que significa que a regulação seria nula e igual a nominal, por exemplo, 127 volts.

Em 1978, paralelamente aos trabalhos que vinham sendo desenvolvidos pelo CODI e no CCON, o DNAEE estabeleceu as condições técnicas relativas a qualidade do serviço prestado pelas concessionárias distribuidoras. Através da Portaria 046/78, conceituou o serviço de energia elétrica adequado, definindo os parâmetros mínimos e máximos no tocante a quantidade e a duração das interrupções no fornecimento de energia elétrica (Quadro 1). Essa Portaria definiu dois índices de continuidade dos serviços de eletricidade: o de *Duração Equivalente de Interrupção por Consumidor* (DEC), que exprime o espaço de tempo em que, em média, cada consumidor, do conjunto considerado, ficou privado do fornecimento de energia, no em período consideração, e a *Frequência Equivalente de Interrupção por Consumidor* - (FEC), que expressa o número de interrupções que, em média, cada consumidor, do mesmo conjunto, sofreu, no período.

O DEC e o FEC deveriam, segundo a Portaria, ser apurados de acordo com as seguintes fórmulas:

$$DEC = \frac{\sum_{i=1}^n Ca(i) \cdot t(i)}{C_s}$$

sendo,

DEC - duração (em horas) equivalente de interrupção por consumidor do conjunto considerado;

i - número de interrupções variando de 1 a n;

Ca (i) - número de consumidores, do conjunto considerado, atingidos nas interrupções;

Cs (i) - número total de consumidores do conjunto considerado.

$$FEC = \frac{\sum_{i=1}^n Ca(i)}{Cs}$$

sendo,

FEC - frequência equivalente de interrupção por consumidor do conjunto considerado;

i - número de interrupções variando de 1 a n;

Ca (i) - número de consumidores, do conjunto considerado, atingidos nas interrupções;

Cs - número total de consumidores do conjunto considerado

Já a Portaria 047/78, cuidou do estabelecimento dos níveis de determinadas tensões de fornecimento de eletricidade, bem como da definição dos limites de variação das tensões, em geral, à serem observados pelas concessionárias de serviço público de energia elétrica. (Quadros 2 e 3)

Muito embora tenham se passado mais de 19 anos após a publicação dessas normas e as condições do mercado de energia tenham sofrido grandes alterações nas duas últimas décadas, são essas portarias que continuam regulando a qualidade do serviço no fornecimento de energia elétrica no país.

Quadro 1

Valores Máximos Anuais do DEC e do FEC. Consumidor em Tensão de Transmissão, Subtransmissão, Inferior a 69 KV, Primária ou Secundária da Distribuição

<i>Conjunto de Consumidores</i>	<i>DEC</i>	<i>FEC</i>
	(Horas)	(Número)
Atendido por sistema subterrâneo com secundário reticulado	15	20
Atendido por sistema subterrâneo com secundário radial	20	25
Atendido por sistema aéreo, com mais de 50.000 consumidores	30	45
Atendido por sistema aéreo, com número de consumidores entre 5.000 e 50.000	40	50
Atendido por sistema aéreo, com número de consumidores entre 5.000 e 15.000	50	60
Atendido por sistema aéreo, com número de consumidores entre 1.000 e 5.000	70	70
Atendido por sistema aéreo, com menos de 1.000 consumidores	120	90

FONTE: (ELETROBRÁS & CODI, 1982a, citando DNAEE. Portaria 046/78)

Quadro 2

Limites Precários de Variação de Tensão
Consumidores Atendidos em Tensões Secundárias de Distribuição

<i>Tensão Nominal (Volts)</i>		<i>Limites de Variação</i>	
		<i>Mínimo (Volts)</i>	<i>Máximo (Volts)</i>
4 (quatro) Fios	Trifásico		
	220/127	189/109	233/135
	380/189	327/189	403/233
2 (dois) ou 3 (três) Fios	Monofásico		
	230/115	206/103	254/127
	240/120	206/103	254/127
	254/127	/109	/135
	440/220	378/189	466/233

FONTE: (DNAEE. ELETROBRÁS & CODI, 1982a, citando DNAEE. Portaria 047/48)

Quadro 3
Limites Adequados de Variação de Tensão
Consumidores Atendidos em Tensões Secundárias de Distribuição

<i>Tensão Nominal (Volts)</i>		Limites de Variação	
		Mínimo (Volts)	Máximo (Volts)
4 (quatro) Fios	Trifásico		
	220/127	201/116/(190/110*)	229/132
	380/189	348/201	403/233
2 (dois) ou 3 (três) Fios	Monofásico		
	230/115	212/106	242/121
	240/120	216/108	250/125
	254/127	/110	/132
	440/220	402/201	458/229
	230/115	216/108	250/125

FONTE: (ELETROBRÁS & CODI, 1982a, citando DNAEE. Portaria 047/48)

Apêndice 2

Análise dos Painéis Realizados nas Regionais da CPFL

Foram realizados 34 painéis, distribuídos da seguinte forma entre as cinco regionais da empresa: Baurú (12 painéis), Campinas (13), Araraquara (1), São José do Rio Preto (4) e Ribeirão Preto (4). (Tabela 8.5, em anexo) Dessa forma, evidencia-se uma excessiva concentração de painéis nas duas primeiras regionais. Isso, provavelmente, pode ser explicado, pelo menos no que diz respeito à Campinas, pela diversificação econômica do mercado coberto por essa regional, se comparado ao mercado das demais, o que exigiria uma maior amplitude de temas à serem abordados.

Quanto aos temas, foram realizados 11 painéis sobre o Tema A, 11 enfocando o Tema B, 9 que discutiram assuntos relativos ao Tema C e apenas 3 painéis envolvendo o Tema D.

Observa-se que, enquanto a Regional de Baurú concentrou acima de 80% dos painéis relativos ao Tema A, a Regional de Campinas concentrou suas discussões (80%) sobre o Tema B. A Regional de São José do Rio Preto, por sua vez, por ter concentrado todos os seus painéis no Tema C, acabou abarcando quase 50% dos painéis relativos a esse Tema; enquanto o restante foi quase que totalmente realizado em Campinas. Essa Regional, inclusive, procurou debater o Tema C numa perspectiva mais ampla, envolvendo a relação local com o país e o exterior.

Essa análise nos conduz às seguintes conclusões: 1) houve uma distribuição muito desigual em relação a realização dos painéis entre as Regionais da empresa; 2) deu-se pouquíssima ênfase na discussão a aspectos tão relevantes, na atualidade, presentes no Tema D; e, por fim, 3) não houve preocupação, por parte da empresa, em relação a realização de

painéis que abordassem a visão dos pequenos consumidores, em particular os consumidores residenciais, à respeito dos serviços prestados pela empresa.

Apêndice 3

Aspectos Metodológicos da Pesquisa de Campo

Para alcançar os objetivos relativos a avaliação do atual estágio de modernização tecnológica e organizacional das empresas do setor elétrico brasileiro, enfatizando as estratégias produtivas que norteiam as decisões empresariais no setor, realizou-se uma pesquisa empírica envolvendo um conjunto selecionado de empresas. A seguir apresenta-se a metodologia de trabalho empregada na pesquisa, compreendendo os objetivos, a amostra de empresas selecionadas, o material e o método de trabalho empregado.

1. Objetivos

A pesquisa orientou-se no sentido de responder as seguintes indagações:

1. qual o papel desempenhado pelas empresas do setor elétrico no atual estágio da mudança tecnológica na indústria na qual estão inseridas?
2. quais os fatores que condicionam, na atualidade, a conformação da oferta e da demanda por serviços tecnológicos no interior dessas empresas?
3. é factível falar-se em novas trajetórias de conformação da oferta e da demanda por tecnologia, face às transformações em curso na indústria no plano internacional? Qual a visão de futuro dos agentes empresariais e os tipos de aprendizados que estão sendo mobilizados com o objetivo de estabelecer suas estratégias futuras de atuação?

2. Amostra Selecionada

A amostra selecionada foi constituída por seis empresas. Nessa escolha foram levados em consideração os seguintes critérios: institucionais, técnico-produtivos, espacial, ambientais e estratégicos. Evidentemente, aspectos como o tempo de elaboração da pesquisa e seu custo também foram considerados, tendo em vista as limitações impostas pela própria natureza do trabalho.

Esse conjunto de critérios, visto como o mais relevante para os objetivos da pesquisa, e relativos a natureza do setor elétrico, levou a seleção das seguintes empresas: 1. Centrais Elétricas Brasileiras S/A - ELETROBRAS; 2. Centro de Pesquisas de Energia Elétrica -

CEPEL; 3. FURNAS Centrais Elétricas S/A; 4. Centrais Elétricas do Norte do Brasil S/A - ELETRONORTE; 5. Companhia Paulista de Força e Luz S/A - CPFL e 6. Companhia Energética de Minas Gerais S/A - CEMIG.

3. Material e Método de Trabalho

Do grupo de empresas que compõem a amostra selecionada para a pesquisa, (3) três (ELETROBRÁS, CEPEL e FURNAS) se situam no Rio de Janeiro (RJ), uma (CPFL) em Campinas (SP), outra (ELETRONORTE) com sede em Brasília (DF), porém atuando na Região Norte do Brasil, e a sexta (CEMIG) em Minas Gerais.

A tarefa principal executada quanto à realização da pesquisa foi levantar uma série de informações (questionários anexos) e, posteriormente, discutir diretamente com as empresas uma série de questões previamente elaboradas com o intuito de traçar o perfil adequado aos objetivos expostos anteriormente.

Para tentar garantir o controle do levantamento das informações, estava proposto, inicialmente, que o trabalho fosse realizado junto às empresas entrevistadas. A proposta inicial de adoção dessa forma de trabalho levava em conta a experiência adquirida em pesquisas anteriores, a partir das quais se concluiu ser essa a melhor maneira de evitar desvios, atrasos e outros fatores que pudessem vir a distorcer os resultados visados. Entretanto, por motivos diversos, onde o principal foi a falta de recursos financeiros que viabilizassem esse procedimento, fomos levados a elaborar questionários e enviá-los para que fossem gentilmente respondidos pelas empresas, o que nos levou a abrir mão de um certo controle dos resultados. Esse fato, entretanto, acreditamos não ter contribuído para invalidar o trabalho realizado.

Entre as empresa presentes na amostra, 4 (quatro) conseguiram responder, em sua totalidade, o questionário enviado. São elas: CEPEL, FURNAS, ELETRONORTE e CPFL. As demais organizações, muito embora não tenham respondido o questionário, cederam algumas das informações solicitadas, o que contribuiu sobretudo para respaldar a análise e as conclusões do trabalho. Além do questionário, foram realizadas algumas reuniões de trabalho nas quais participaram técnicos dessas empresas que foram vitais para a compreensão da natureza e da dimensão das diversas problemáticas envolvidas na pesquisa.

Visando a preparação do diagnóstico sobre a capacitação tecnológica, foi imprescindível coletar um conjunto de informações relativas às instituições selecionadas, bem como as interligações entre elas. Tal conjunto de informações subsidiou a posterior construção de três grupos de indicadores, a saber:

a. relativos a **estrutura e dinâmica produtiva** da instituição, tendo por objetivo dimensionar de forma quantitativa as atividades produtivas e comerciais realizadas pela organização, estabelecendo sua evolução no tempo;

b. de **performance**¹, visando a estruturar um grupo de informações que possibilitassem analisar de forma qualitativa e quantitativa a evolução do desempenho produtivo da organização, de maneira ampla, facilitando, com isso, o exame dos aspectos social, ambiental, tecnológico e econômico-financeiro das empresas; e

c. de **capacitação tecnológica**, que procuraram explicitar e sistematizar um conjunto de dados com vistas a dimensionar a capacitação tecnológica do setor e avaliar o impacto dessa sobre o seu desempenho produtivo futuro.

Os dados foram coletados de acordo com os cinco aspectos enumerados a seguir: 1. organizacionais; 2. tecnológicos; 3. econômico-financeiros; 4. sociais; 5. ambientais.

Essa forma de organização, se, de um lado, teve um objetivo didático, visando orientar a busca das informações necessárias, de outro lado, procurou explicitar as diferentes dimensões que envolvem o objeto de pesquisa. Ressalte-se, no entanto, que essa orientação acabou não tornando-se rígida, na medida em que alguns dados são, por definição, de natureza diversa.

¹ Grande parte dos indicadores utilizados foram tomados de OLIVEIRA (1992). Como esses indicadores foram desenvolvidos com a finalidade de avaliar a *performance* de sistemas elétricos nacionais, foi necessário algumas adaptações no sentido de que eles fossem utilizados no tocante a avaliação de firmas isoladas.

QUESTIONÁRIOS*ELETOBRÁS*

1) Como se estruturam em termos hierárquicos as diretorias e os órgãos da Eletrobrás?

2) Pessoal ocupado por nível de qualificação.

	1990	1994
Doutorado		
Mestrado		
Graduação		
Técnico		
Segundo Grau		
Primeiro Grau		
Total		

3) Pessoal ocupado nas principais Diretorias e órgãos, por nível de formação em 1994.

Diretorias e órgãos	Nível Superior	Nível Técnico
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
-----	-----	-----

4) Quantifique os recursos humanos contratados para prestação de serviços na empresa.

	1990	1991	1992	1993	1994
Doutorado					
Mestrado					
Graduação					
Técnico					
Segundo Grau					
Primeiro. Grau					

5) Quantos convênios, acôrdos de cooperação e contratos tecnológicos a empresa teve com as seguintes instituições, em 1994:

	Números	Modalidade	Valor (US\$)
Universidades			
Instituto de Pesquisa			
Empresas Nacionais			
Empresas Estrangeiras			
Concessionárias Nacionais			
Concessionárias Estrangeiras			

6) Recursos humanos que realizam (ou realizaram) formação profissional (não incluir funcionários das empresas concessionárias e nem do CEPTEL)

	No País Homen-hora	Número	No Exterior Homen-hora	Número
Doutorado				
Mestrado				
Especialização				
Estágio				

7) Quantifique os projetos em andamento na Eletrobrás

Setor	1993	1994
_____	_____	_____
_____	_____	_____
-----	-----	-----

8) Descreva os 10 principais projetos em andamento na empresa:

Projeto	Área de Interesse	Valor	Prazo*	Recursos Humanos Envolvidos
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
-----	-----	-----	-----	-----

(*) Anos de início e término

9) Número de trabalhos publicados pelos funcionários da Eletrobrás (não incluir os funcionários do CEPTEL nem os das Concessionárias)

	1993		1994	
	Número	Tipo	Número	Tipo
No País				
No Exterior				

10) A organização registrou patentes nos últimos 2 anos. Especifique (número e tipo das patentes concedidas):

	1993		1994	
	Número	Tipo	Número	Tipo
No País				
No Exterior				

11) Quanto a empresa pagou para terceiros em licenciamento de tecnologia. Especifique (US\$):

	1990	1991	1992	1993	1994
Patentes de Inovação					
Assistência Técnica					
Licenciamento de Know-How					

12) A Eletrobrás recebeu recursos de licenciamento de tecnologia própria. Especifique (US\$):

	1990	1991	1992	1993	1994
Patentes de Inovação					
Assistência Técnica					
Licenciamento de Know-How					

13) Com relação a busca de fontes externas de tecnologia, aponte as formas mais usuais para novos empreendimentos e sua importância relativa.

Importância*

- Associação com Empresas Nacionais
- Associação com Empresas Internacionais
- Contratos com Institutos de Pesquisa
- Contratos com Universidades
- Contratos com Empresas Especializadas
- Outros (especificar)

(*) Enumere de 1 a 6 por ordem decrescente de importância

14) A empresa pleiteou e obteve recursos do CNPq, Finep, BNDES, Banco Mundial ou de outras instituições nacionais ou internacionais que financiam programas de capacitação tecnológica? Especifique:

	Instituições	Valor Obtido
1993		
1994		

15) Descrever os principais resultados logrados pela Eletrobrás no âmbito do PROCEL . Com quais instituições a colaboração científica tem sido mais proveitosa?

Principais Projetos	Instituições Cooperantes	Resultados Alcançados
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
-----	-----	-----

16) Descreva os principais resultados logrados pela empresa em projetos tecnológicos na área do meio ambiente. Com quais instituições a colaboração científica tem sido mais proveitosa?

Principais Projetos	Instituições Cooperantes	Resultados Alcançados
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
-----	-----	-----

17) Quanto a Eletrobrás destinou anualmente para as seguintes atividades (Valor em US\$):

	1990	1991	1992	1993	1994
Pesq. e Desenvolvimento.					
Formação de R H					

18) Descreva, através de um organograma, a estrutura institucional do Grupo Coordenador do **Planejamento** dos Sistema Elétricos (GCPS). Especifique também:

Orgãos Principais	Pessoal Envolvido	Nível de qualificação*
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
-----	-----	-----

(*) Doutorado, Mestrado, Graduação, Técnico, Segundo e Primeiro Graus.

19) Recursos financeiros destinados a atividade de planificação estratégica, nos últimos 5 anos.

	1990	1991	1992	1993	1994
Valor (US\$)					

20) Mostrar, de forma esquemática, os principais componentes do plano estratégico do setor, coordenado pela Eletrobrás, em particular as suas articulações mais robustas com o ambiente externo à empresa.

21) Descreva, através de um organograma, a estrutura institucional da Coordenação do Planejamento da **Operação** dos Sistema Elétricos . Especifique também:

Órgãos Principais	Pessoal Envolvido	Nível de Qualificação*
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
-----	-----	-----

(*) Doutorado, Mestrado, Graduação, Técnico, Segundo e Primeiro Graus.

CEPEL

1) Como se estruturam em termos hierárquicos os diversos órgãos do CEPEL?

2) Pessoal ocupado por nível de qualificação.

	1990	1994
Doutorado		
Mestrado		
Graduação		
Técnico		
Segundo Grau		
Primeiro Grau		
Total		

3) Pessoal ocupado nas principais Divisões do CEPEL, por nível de formação em 1994.

Divisões	Nível Superior	Nível Técnico
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
-----	-----	-----

4) Quantifique os recursos humanos contratados para prestação de serviços no CEPEL

	1990	1991	1992	1993	1994
Doutorado					
Mestrado					
Graduação					
Técnico					
Segundo Grau					
Primeiro Grau					
Total					

5) Quantos convênios, acordos de cooperação e contratos tecnológicos o CEPEL mateve com as seguintes instituições, em 1994:

	Números	Modalidade	Valor (US\$)
Universidades			
Instituto de Pesquisa			
Concessionárias Nacionais			
Concessionárias Estrangeiras			
Outras Empresas Nacionais			
Outras Empresas Estrangeiras			

6) Estrutura do financiamento das atividades do CEPEL (Em valor):

Fonte*	1990	1991	1992	1993	1994
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____
-----	-----	-----	-----	-----	-----

(*) Fundos Próprios, Sócios Mantenedores (Eletrobrás, Concessionárias, etc..)

7) Como se distribuem em termos orçamentários e de alocação de recursos humanos as seguintes atividades do CEPEL:

	Orçamento	Recursos Humanos
Pesquisa Básica		
Desenv. e Aperf. de Prod. e Proc.		
Atividades Rotineiras*		

(*) Testes, ensaios, análises, etc

8) Equipamentos e instalações em 1994 (Valor em US\$)

Setor	Equipamentos e Instalações	Valor (US\$)
_____	_____	_____
_____	_____	_____
-----	-----	-----

9) Plantas Piloto e Estações Experimentais em 1994:

Tipo	Valor (US\$)
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
-----	-----

10) Gasto anual nos seguintes itens:

	1993	1994
Equipamentos e Instalações		
Custeio		
Salários e Outros Encargos		

11) Quantos projetos de pesquisa foram concluídos nos últimos dois anos?

Setor	1993	1994
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
-----	-----	-----

12) Quantifique os projetos em andamento

Setor	1993	1994
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
-----	-----	-----

13) Descreva os 10 principais projetos em andamento na empresa:

Projeto	Área de Interesse	Valor	Prazo*	Recursos Humanos Envolvidos
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
-----	-----	-----	-----	-----

14) Recursos humanos que realizam (ou realizaram) formação profissional

	No País		No Exterior	
	Número	Homen-hora	Número	Homen-hora
Doutorado				
Mestrado				
Especialização				
Estágio				

15) O CEPEL registrou patentes nos últimos cinco anos? Especifique o número e a finalidade.

	1990	1991	1992	1993	1994
No País					
No Exterior					

16) Número de trabalhos publicados pelos funcionários do CEPEL.

	1990	1991	1992	1993	1994
No País					
No Exterior					

17) O CEPEL recebe recursos de licenciamento de tecnologia própria. Especifique. (US\$)

	1990	1991	1992	1993	1994
Patentes de Inovação					
Assistência Técnica					
Licenciamento de Know-How					

18) Com relação a busca de fontes externas de tecnologia, aponte as formas mais usuais para novos empreendimentos e sua importância relativa.

Importância*

Associação com Empresas Nacionais

Associação com Empresas Internacionais

Contratos com Institutos de Pesquisa

Contratos com Universidades

Contratos com Empresas Especializadas

Outros (especificar)

(*)Enumere de 1 a 6 por ordem decrescente de importância

19) O CEPEL pleiteou e obteve recursos do CNPq, Finep, BNDES, Banco Mundial ou de outras instituições nacionais ou internacionais que financiam programas de capacitação tecnológica? Especifique:

	Instituições	Valor Obtido (US\$)
1990		
1994		

20) Descrever os principais resultados logrados pelo CEPEL no âmbito do PROCEL. Com quais instituições a colaboração científica tem sido mais proveitosa?

Principais Projetos	Instituições Cooperantes	Resultados Alcançados
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
-----	-----	-----

27) Como o CEPEL visualiza a sua posição num novo quadro institucional do setor, caso se confirmem as expectativas de um substancial aumento das privatizações das concessionárias que prestam serviços públicos de eletricidade? E quais as implicações para as atividades de pesquisa realizadas por esta organização?

CONCESSIONÁRIAS

1) Como se estruturam em termos hierárquicos as Diretorias e os órgãos dessa empresa?

2) Total do pessoal ocupado por nível de qualificação.

	1990	1994
Doutorado		
Mestrado		
Graduação		
Técnico		
Segundo Grau		
Primeiro Grau		
Total		

3) Pessoal ocupado nos principais órgãos da empresa, por nível de qualificação, em 1994

Diretorias e órgãos	Nível Superior	Nível Técnico
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
-----	-----	-----

4) Quantifique os recursos humanos contratados para prestação de serviços nesta empresa.

	1990	1991	1992	1993	1994
Doutorado					
Mestrado					
Graduação					
Técnico					
Segundo Grau					
Primeiro Grau					

5) Quantos convênios, acordos de cooperação e contratos tecnológicos essa empresa teve com as seguintes instituições, em 1994:

	Número	Modalidade	Valor (US\$)
Universidades			
Instituto de Pesquisa			
Empresas Nacionais			
Empresas Estrangeiras			
Concessionárias Nacionais			
Concessionárias Estrangeiras			

6) Recursos humanos que realizam (ou realizaram) formação profissional, a partir de 1994

	No País		No Exterior	
	Número	Homen-hora	Número	Homen-hora
Doutorado				
Mestrado				
Especialização				
Estágio				

7) Investimento da empresa na formação profissional da mão-de-obra especializada.

	1990	1991	1992	1993	1994
Doutorado					
Mestrado					
Especialização					
Estágio					
Outros					

8) Quantifique os projetos realizados pela empresa nos últimos dois anos

Projetos	Setor	1993	1994
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
-----	-----	-----	-----

9) Descreva os 10 principais projetos em andamento:

Projeto	Área de Interesse	Valor	Prazo*	Recursos Humanos Envolvidos
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____

_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
-----	-----	-----	-----	-----

(*) Início e término.

10) Número de trabalhos publicados pelos funcionários da empresa.

	1990	1991	1992	1993	1994
No País					
No Exterior					

11) A empresa registrou patentes nos últimos 2 anos. Especifique (patentes concedidas):

	1993	1994
No País		
No Exterior		

12) Quanto essa concessionária pagou para terceiros em licenciamento de tecnologia. Especifique (US\$):

	1990	1991	1992	1993	1994
Patentes de Inovação					
Assistência Técnica					
Licenc.de <i>Know-How</i>					

13) A empresa recebeu recursos de licenciamento de tecnologia própria. Especifique (US\$):

	1990	1991	1992	1993	1994
Patentes de Inovação					
Assistência Técnica					
Licenc.de <i>Know-How</i>					

14) Com relação à busca de fontes externas de tecnologia, aponte as formas mais usuais para novos empreendimentos e sua importância relativa.

	Importância*
Associação com Empresas Nacionais	_____
Associação com Empresas Internacionais	_____
Contratos com Institutos de Pesquisa	_____
Contratos com Universidades	_____
Contratos com Empresas Especializadas	_____
Outros (especificar)	_____

(*)Enumere de 1 a 5 por ordem decrescente de importância

15) A empresa pleiteou e obteve recursos do CNPq, Finep, BNDES, Banco Mundial ou de outras instituições nacionais ou internacionais que financiam programas de capacitação tecnológica? Especifique:

	Instituições	Valor Obtido (US\$)
1993		
1994		

16) Descrever os principais resultados logrados pela empresa no âmbito do PROCEL. Com quais instituições a colaboração científica tem sido mais proveitosa?

Principais Projetos	Instituições Cooperantes	Resultados Alcançados
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
-----	-----	-----

17) Descreva os principais resultados logrados pela empresa em projetos tecnológicos na área do **meio ambiente**. Com quais instituições a colaboração científica tem sido mais proveitosa?

Principais Projetos	Instituições Cooperantes	Resultados Alcançados
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
-----	-----	-----

18) Descreva os resultados alcançados pela empresa em projetos tecnológicos na área de **fontes alternativas de geração de energia elétrica** (irradiação solar, força dos ventos, resíduos orgânicos, variação do nível das marés, cogeração, etc). Com quais instituições a colaboração científica tem sido mais proveitosa?

Principais Projetos	Instituições Cooperantes	Resultados Alcançados
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
-----	-----	-----

19) Descreva os 10 principais projetos de P&D desenvolvidos pela empresa ou contratados no mercado os últimos 5 anos.

Projetos	Resultados	Valor (US\$)	Prazo	Instituição
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
-----	-----	-----	-----	-----

(*) Anos de início e término.

20) Descreva os tipos de serviços tecnológicos que a empresa contratou do CEPEL nos últimos 5 anos.

Tipo de Serviço	Valor(US\$)	Periodo
_____	_____	_____
_____	_____	_____
-----	-----	-----

21) Distribua os investimentos da empresa nos últimos 5 anos segundo as destinações abaixo assinaladas referentes ao seu sistema de potência.

1990 a 1994

Manutenção	_____
Expansão	_____
Distribuição	_____
Transmissão	_____
Geração	_____
Racionalização Energética	_____

22) Quais as estimativas das perdas anuais de energia elétrica dessa concessionária, nos últimos 5 anos: (MWh e Valor em US\$)

	1990	1991	1992	1993	1994
--	------	------	------	------	------

Perdas Técnicas

- 1) Geração
- 2) Transmissão.
- 3) Distribuição.

Perdas Comerciais

- 1) Transmissão.
- 2) Distribuição.

23) Algumas empresas de energia elétrica, além de seus esforços internos na geração de conhecimentos, tem nos seus fornecedores de produtos e serviços uma importante fonte de inovação tecnológica. Tendo em vista esse fato, pergunta-se:

a) Considerando produtos, processos e atividades organizacionais mencione as principais inovações introduzidas nessa empresa nos últimos 10 anos. Mostrar a origem (ou fonte) da inovação e explicitar o tipo de relação estabelecida entre essa empresa e os fornecedores para a efetivação da introdução da inovação.

Inovação	Objetivo	Fonte Interna	Fonte Externa	Tipo de Esforço*
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____

(*) 1) P&D realizada pelo laboratório da própria concessionária; 2) Inovação realizada no interior dessa empresa, porém fora dos seus laboratórios de P&D; 3) Contrato de pesquisa; 4) Compra de tecnologia de outra empresa concessionária de energia elétrica do país (4.1) ou do exterior (4.2); 5) *Joint ventures* com empresas (exclusive concessionárias de eletricidade) do País (5.1) ou do exterior (5.2); 7) Outros (especificar).

b) Quais as principais inovações tecnológicas que seriam relevantes para a introdução na empresa nos próximos 10 anos? Quais as ações que estariam sendo desenvolvidas por essa empresa no sentido de internalizar essas inovações e quais os obstáculos encontrados nesse sentido?

Inovação	Objetivo	Ação	Obstáculo*
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

(*) Capacitação técnica insuficiente para absorção; 2) Barreiras para acesso à tecnologia (Patentes, Segredo Industrial, etc.); 3) Custo compensador da mão-de-obra versus custo da tecnologia à ser implantada; 4) Insuficiência de recursos para o financiamento; 5) Incerteza quanto as vantagens econômicas da inovação; 6) Implicações sociais da implantação. (p. ex.: desemprego, poluição ambiental, deslocamento populacional, etc.) 7) Outros (especificar)

24) Quais as principais atividades ligadas ao fornecimento de eletricidade, cujos resultados no gerenciamento são considerados fundamentais para garantir um desempenho bem sucedido da empresa. Como esta organização avalia o seu desempenho nessas atividades?

Atividades	Desempenho*
_____	_____
_____	_____
_____	_____

(*) Ótimo, Bom, Regular, Insatisfatório

25) Explícite a estrutura institucional de planificação estratégica dessa empresa (Organograma). Mencione, também, as seguintes informações:

Órgãos Envolvidos	Pessoal	Nível de Qualificação
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

26) Recursos financeiros destinados as atividades de planejamento nos últimos 5 anos.

Valor (US\$)	1990	1991	1992	1993	1994
_____	_____	_____	_____	_____	_____

27) Apresentar, de forma esquemática, os principais componentes do plano estratégico da empresa, em particular as suas relações com o ambiente externo.

28) Que eventos poderiam influenciar na estratégia de oferta dessa empresa, por ordem decrescente de relevância e plausibilidade?

- () Assimilação de inovações tecnológicas na área da termoeletricidade.
- () Oposição dos grupos ambientalistas as grandes hidrelétricas.
- () Restrições de financiamento por parte dos Bancos Multilaterais.
- () Garantia de suprimento de gas natural.
- () Instabilidade institucional.
- () Outros (especifique)

29) Equipamentos de informática implantados na empresa nos últimos 5 anos:

a) Capacidade de Processamento por órgão - (MIP'S)

Órgão	1990	1991	1992	1993	1994
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____

b) Rede Computacional por órgão

Órgão	Mainframes	Velocidade	Capacidade	Quantidade de Terminais
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____

30) Quantifique e qualifique os principais indicadores utilizados pela empresa para aferir o seu **desempenho Técnico-Econômico** na sua área de atuação.

Indicador	Objetivo	1990	1991	1992	1993	1994
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____

31) Asinale com um X as proposições que julgar acertadas:

a) A privatização dessa empresa é um tipo de solução institucional que pode trazer influências marcantes e positivas em sua estratégia de capacitação tecnológica.

- () Discordo Fortemente
 () Discordo
 () Concordo Fortemente
 () Concordo
 () Nem Concordo e nem Discordo

b) É possível necessária uma reestruturação nos métodos de gestão da empresa visando melhorar sua eficiência produtiva mantendo, por outro lado, o Estado como principal agente de controle acionário.

- () Discordo Fortemente
 () Discordo
 () Concordo Fortemente
 () Concordo
 () Nem Concordo e nem Discordo

c) São as próximas expansões de fornecimento de energia elétrica na área de concessão dessa empresa que deve ser feita apoiada pela iniciativa privada, com impacto positivo para o desenvolvimento tecnológico do setor.

- Discordo Fortemente
 Discordo
 Concordo Fortemente
 Concordo
 Nem Concordo e nem Discordo

d) A nova Lei de Concessões abre perspectivas interessantes para o crescimento e o desenvolvimento do setor elétrico, desde que consiga estimular a participação de novos produtores independentes de eletricidade e abrir espaço para maior concorrência no setor.

- Discordo Fortemente
 Discordo
 Concordo Fortemente
 Concordo
 Nem Concordo e nem Discordo

e) Essa empresa deve abrir seu capital estimulando uma parceria com o capital privado, visando retomar seu processo de incorporação do progresso tecnológico.

- Discordo Fortemente
 Discordo
 Concordo Fortemente
 Concordo
 Nem Concordo e nem Discordo

31) Dentre os desafios tecnológicos colocados e vencidos por essa empresa nos seus anos de existência, quais destacaria como os mais importantes?

Desafios Tecnológicos

Ações Desenvolvidas

32) Quais os principais desafios tecnológicos previstos de acordo com a atual estratégia de expansão e modernização dessa empresa?

Desafios Tecnológicos

Metas

Principais Ações

33) Como se dá a articulação da Diretoria de Engenharia da empresa na realização dos principais projetos de implantação e modernização de novos equipamentos do sistema de potência dessa empresa, sejam os equipamentos principais ou os auxiliares?

Apêndice 4

Principais Empreendimentos da LIGHT

A LIGHT foi a principal empresa em atuação no setor no período agro-exportador da economia brasileira. Embora seu principal negócio fosse a comercialização de energia elétrica, sua estratégia organizacional, para ter sucesso, passava pela realização e controle de outras atividades no país.² A partir de sua entrada no Brasil, no entanto, houve, de fato, uma dinamização interna das atividades ligadas ao fornecimento de energia elétrica.

A entrada do Grupo LIGHT no Brasil decorria, de um lado, do avanço do progresso técnico e das transformações econômicas vinculadas à segunda Revolução Industrial, que girava em torno, basicamente, do controle e do aproveitamento de novas fontes de energia, por meio dos quais a eletricidade transformou-se numa valiosa mercadoria. Por outro lado, a instalação do referido grupo no país, não obstante a inegável importância para a história de nossa economia, representava mero desdobramento da expansão mundial do sistema capitalista e, mais particularmente, de sua penetração na América Latina. (SZMRECSÁNYI, 1986)

Não obstante esse fato, a LIGHT investiu pesadamente nos serviços de fornecimento de eletricidade, cuja demanda ampliava-se rapidamente, e imprimiu uma nova configuração e ritmo ao crescimento do setor.

Dois tipos de estratégias norteavam a atuação da LIGHT no Brasil: a primeira e, sem dúvida, a mais importante, visava a implantação de novos projetos, quase sempre com as mais modernas tecnologias existentes no mundo, na época. Já a segunda, procurava incorporar empresas em operação, num movimento típico de concentração e de centralização do capital, que vigorou no setor, mais acentuadamente, durante a terceira década desse século.³

² “O objetivo da São Paulo Railway LIGHT and Company Limited (constituída em 07/04/99, em Toronto, Canadá), ia além da produção e da venda de eletricidade...abrangendo igualmente o estabelecimento de linhas férreas, telegráficas e telefônicas. A empresa pretendia, ainda, adquirir bens móveis e imóveis, que incluíam terras, lagos, açudes, rios, quedas e correntes de água, necessários às suas atividades”. (CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE NO BRASIL, 1988)

³ O processo de incorporação de empresas foi bastante acentuado nas primeiras décadas de funcionamento da indústria, e estava ligado a um processo mais amplo de concentração do capital que passou a ocorrer no plano mundial, a partir das três últimas décadas do século XX. Na indústria da eletricidade, a busca de economias de escala tornava-se fundamental no sentido de viabilizar seu funcionamento, visando o atendimento de demandas cada vez mais crescentes. No entanto, à medida em que os projetos iam ganhando dimensão e complexidade, as

Empreendimentos da São Paulo-LIGHT

O primeiro, grande e moderno projeto da LIGHT (para a época) foi a Usina de Parnaíba, localizada em São Paulo. Inaugurada em 1901, essa usina possuía 3 turbinas tipo *Francis* de 2.000 cv (cada) acionando 3 alternadores, cada um com 1000 kW, que geravam corrente elétrica a 2.300 volts e 60 ciclos e com uma tensão de saída de 24.000 volts, para transmissão à São Paulo, à uma distância de 33 km. Além desses equipamentos, o restante das instalações elétrica foi fornecido pela General Electric Co., dos Estados Unidos. Essa usina, após sucessivas ampliações, atingiu 16.000 kW de potência, em 1912. (SOUZA, 1982, p. 55-56) e (TELLES, 1994, p. 408-409)

A obra, inicialmente, incluía uma barragem principal de 244 m de comprimento e altura máxima de 22 m, e uma barragem secundária formando um reservatório compensador. O reservatório principal tinha cerca de 13 km de comprimento. A adução das águas, entre os dois reservatórios, e do segundo até as turbinas, era feita por tubos de chapas de aço rebitadas, com até 3,66 m de diâmetro. Ambas as barragens eram construídas com grandes blocos de granito, material largamente existente no local da construção. A concepção técnica do projeto era considerada muito avançada para a sua época, e superior, em vários aspectos, à usina do Niágara, nos Estados Unidos.

Na construção dessa usina trabalharam 750 operários, e foram usados 70 veículos, tracionados por 100 muares e 400 bois, tendo sido também construído um ramal ferroviário, onde circulava uma pequena locomotiva com caldeira vertical. As obras exigiram o assentamento de 32.000 m³ de alvenaria de pedra, movimento de terras de quase cem mil m³, montagem de 450 t de máquinas e equipamentos, e a construção de 30 km de estradas, até a estação ferroviária. (TELLES, 1994, p. 409, citando SIRKS (1966, p. 76-77))

Mais dois importantes projetos hidrelétricos seguiram-se a este: as Usinas de Itupararanga e Cubatão. A primeira entrou em operação em 1914, com o primeiro grupo gerador, fabricado pela Westinghouse, produzindo 4.000 kW. No total foram instalados nessa usina quatro grupos geradores, com turbinas *Francis*, com 14.300 kW cada um, perfazendo a potência final de 57.000 kW. A linha de transmissão, operando com 88.000 volts, estava

necessidades de investimentos cresciam na mesma proporção. Nesse sentido, os grupos internacionais eram mais privilegiados, devido as suas características oligopólicas de organização no plano mundial, contando com um sólido apoio de fortes instituições bancárias. Sobre o processo de concentração e centralização na indústria da eletricidade no Brasil, nas três primeiras décadas do século XX, ver VIANNA (1991, em especial o Cap. I)

ligada à Usina de Parnaíba. Era então o maior empreendimento hidroelétrico no país e o sétimo no mundo. Sua barragem principal possuía 402 m de comprimento e 38 m de altura (formando uma represa com 30 km de largura na parte mais larga), um canal com mais de 2km, transportando a água a um segundo reservatório com barragem de 12m de altura, e, finalmente, um túnel com 530 m de comprimento e 17 m² de seção transversal, atravessando o espigão da serra. A cachoeira aproveitada tinha 80 m de queda vertical, com as duas barragens e o túnel, foi obtido um desnível total de 230 m. As obras começaram em 1911, sob a direção dos engenheiros Franck Robboton e A. V. Nesbit, revezando-se cerca de 2.000 operários em várias turmas. (TELLES, 1994, p. 412)

Em 1926, foi a vez da Usina de Cubatão entrar em funcionamento. Foram instalados inicialmente dois grupos geradores de 35.000 kW, cada um. Essa usina, a partir de sucessivas expansões, passou a somar, em 1949, 484.000 kW de potência. (TELLES, 1994, p. 415)

Cubatão, em sua configuração inicial, previa a formação de dois reservatórios no alto da serra, pelo represamento do Rio Grande (Bacia do Tietê) e do Rio das Pedras (vertente oceânica), um canal de 16 km de interligação, um túnel de 490 m, atravessando o cume da serra, seguido de um sifão, conduzindo as águas até a casa das válvulas, de onde saíam os condutos forçados, descendo pela encosta da montanha, em uma queda quase vertical de 715 m. O reservatório do Rio Grande tinha 120 km² de área, para uma acumulação de mais de um bilhão de m³, com barragem de terra e de concreto com 1.400 m de comprimento e 24m de altura. O reservatório do Rio das Pedras tinha uma barragem em arco de concreto armado com 160 m de comprimento. Os condutos forçados eram dois tubos de aço, com 1,5 m de diâmetro, suportando, na parte inferior, uma pressão de 75 kg/cm²; a construção dessas tubulações na encosta da serra, com blocos de ancoragem de até 5.000 t, foi uma obra difícilíssima, para a qual foi especialmente construído um sistema funicular com um plano inclinado para o transporte de pessoas e de materiais. O conjunto de condutos forçados representava não só uma das maiores obras no mundo no gênero como também um grande investimento, superior ao custo somado de turbinas e geradores. As obras da usina começaram em 1925, com anúncios nos jornais convocando técnicos e operários das mais diversas especialidades, fato esse que não era usual naquele tempo. Em breve estavam trabalhando mais de 4.000 homens, sob a direção geral do Eng. James Mc Kim Bell, metade no alto da

serra em Cubatão, empregando modernos recursos de construção, como guindastes para até 100 t e potentes bombas para esgotamento e aterro hidráulico.⁴

Empreendimentos da Rio-LIGHT

A LIGHT também realizou importantes projetos hidrelétricos no Rio de Janeiro. Dentro esses, destacaram-se as Usinas de Fontes e de Ilha dos Pombos. Estas, e mais tarde a Usina de Nilo Peçanha, formariam um amplo esquema conjunto de aproveitamentos hidrelétricos do Ribeirão das Lajes e do Rio Paraíba do Sul, que redundou na realização de um grande número de importantes obras de engenharia.

A Usina de Fontes, por exemplo, representou o marco das atividades energéticas da LIGHT no Estado. Sua obra foi iniciada em 1905; até 1908, os três primeiros grupos de 4.000 kW foram, sucessivamente, instalados; em 1909, foram montados os dois grupos restantes, perfazendo um total de 34.000 kW de capacidade nominal. Mais tarde a usina passaria por novas ampliações; em 1913, para 64.000 kW e, em 1940, alcançaria 17.000 kW de potência.

A obra inicial dessa da Usina de Fontes consistia no represamento do Ribeirão das Lajes, por uma barragem em arco de concreto, com 35 m de altura, formando um reservatório de 204 milhões de m³ de sistemas de condutos forçados de aço, de 2,4 m de diâmetro, para levar a água até a casa de máquinas. A altura de queda era de 300 m. O projeto consistia, ainda, na instalação de uma linha de transmissão até a sub-estação abaixadora, localizada na cidade do Rio de Janeiro e, além disso, na instalação da rede de distribuição urbana de energia elétrica.

A Usina da Ilha dos Pombos, localizada no município de Carmo, era uma usina a fio d'água, com um pequeno reservatório. Dessa forma, funcionava aproveitando a vazão normal do rio, cujas águas foram desviadas, através de um canal de regularização de 3 km de comprimento. No início da construção, em 1922, a obra mobilizou o trabalho de mais de mil operários. Foi inaugurada em 1924, com uma capacidade instalada inicial de 22.000 kW, seguido de outro grupo de igual potência, instalado no mesmo ano. Em 1929, a capacidade dessa usina elevou-se para 29.000 kW. A energia gerada era transmitida numa tensão de 132

⁴ A construção do reservatório do Rio Grande - mais tarde denominado Reservatório Billings - foi interrompida em 1931; retomada em 1933, essa obra foi, afinal, concluída em 1937. Até a década de 1960, esse era o maior lago artificial do Brasil, com uma superfície de 130 km², para uma acumulação de 220 milhões m³ de água. (TELLES, 1994, p. 415-416)

volts, por meio de quatro circuitos de transmissão que ligava a usina às estações terminais da antiga Guanabara, à uma distância de 154 km.⁵

Esse conjunto de obras, realizado pela LIGHT, no Rio de Janeiro, acrescido das diversas ampliações posteriores nos sistemas, aliado à incorporação de diversas empresas de eletricidade que atuavam no fornecimento de eletricidade para diferentes atividades na região, conferiu-lhe uma significativa importância empresarial no país.

⁵ Essa usina, em 1937, foi acrescida de outro grupo de geradores de 44.000 kW, passando a totalizar, nesse ano, 117.000 kW. Em 1949, após nova expansão, a sua capacidade de geração máxima alcançou 175.000 kW. Outro importante projeto realizado pela Rio-LIGHT, posterior ao período em análise, foi o da Usina Nilo Peçanha, primeira hidrelétrica subterrânea construída na América Latina. Seus grupos geradores totalizavam 330.000 kW de capacidade nominal, em 1954; o primeiro deles, de 3.500 kW, entrou em serviço em outubro de 1953. Dessa forma, entre 1937 e 1963, o parque gerador da Rio-LIGHT foi ampliado de 711.080 kW, totalizando 82.412 kW de potência instalada, nesse último ano; representando 81,9% do parque gerador do Estado e 13,0% do parque brasileiro. (CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE NO BRASIL, 1993, p. 210)

Apêndice 5

Principais Empreendimentos da CBEE

A CBEE foi criada, no Rio de Janeiro, em 1909.

De acordo com os estatutos de criação da CBEE, estabeleceu-se que a firma Guinle & Cia. contribuiria para a formação do capital da empresa criada, com todas as concessões, contratos, bens materiais e projetos de que dispunha na época, os quais, com exceção do serviço telefônico de Salvador, referiam-se exclusivamente às atividades ligadas a produção e a distribuição de energia elétrica nos estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Bahia e no Distrito Federal. (CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE NO BRASIL, 1993, p. 84) Com isso, os proprietários da Guinle & Cia passaram a ter controle sobre a CBEE.

Ressalta-se que a firma Guinle & Cia, principal acionária da CBEE, já havia acumulado expressiva capacitação técnico-comercial, que remontava ao século XIX, quando, a partir do início de sua organização, passou a ampliar e a diversificar suas atividades, participando de diversos empreendimentos, dentre os quais inúmeras obras de engenharia civil, destacando-se a realização da expansão das Docas de Santos.

A Guinle & Cia., ademais, “levou adiante as atividades da Aschoff & Guinle, que abrangiam, ao lado do comércio de artigos elétricos, a representação dos maiores fabricantes internacionais de equipamentos elétricos, incluindo a General Electric. Além das atividades comerciais, a companhia envolveu-se na construção de usinas hidrelétricas e linhas de transmissão, executando projetos encomendados por terceiros em diversos estados.” (CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, 1993, p. 75)

Nesse sentido, a criação da CBEE pode ser concebida como uma nova etapa organizacional da Guinle & Cia, visando dar prosseguimento a sua estratégia de expansão e de verticalização. Essa estratégia, na área energética, por outro lado, acabou mais tarde (1927) esbarrando na poderosa concorrência movida pelos grupos internacionais (principalmente a LIGHT e a AMFORP) que atuavam na atividade de fornecimento de eletricidade, controlando as principais áreas de concessão do país.

O aproveitamento hidrelétrico de Alberto Torres, situado no Rio Piabanha, abaixo de Petrópolis, inaugurado em 1908, com 9.000 kW (certamente o maior do país não pertencente a

LIGHT) (TELLES, 1993, p. 419), foi projetado e construído pela Guinle & Cia., pouco antes da formação da CBEE. Este empreendimento, além da usina, envolvia o projeto e a montagem dos sistemas de transmissão à longas distâncias (até 100 km) e de distribuição de energia elétrica destinada ao suprimento de uma ampla área do Estado do Rio, que incluía: Niterói, São Gonçalo, Petrópolis, Magé, etc.. Estes municípios, diga-se de passagem, que foram das áreas de concessão da Rio LIGHT, começavam a implantar, naquela época, importantes atividades industriais e comerciais, além de estarem experimentando um acentuado crescimento urbano.

A Usina de Alberto Torres, com uma barragem construída em alvenaria de pedra, foi erguida sobre um banco de rochas que emergia da superfície do rio em águas baixas. Com 110 m de extensão por 4 m de altura, a barragem inclinava-se em direção às margens do rio, conduzindo as águas para o reservatório de tomada pelo lado esquerdo.

O reservatório de tomada d'água media 15 m de largura por 25 m de comprimento. Suas paredes tinham 9 m de altura e ultrapassavam em 2,5 m a soleira da barragem, o que permitia servir de proteção durante as grandes enchentes. Duas grades, uma na entrada do reservatório e a outra no interior, próximas às comportas, impediam a entrada de folhas. Dois encanamentos de aço, de 1,80 m de diâmetro e 2.200 m de comprimento, levavam as águas do reservatório de compensação. Cada encanamento tinha capacidade para conduzir 7,5 m³ de água por segundo.

A câmara de carga era uma construção maciça, inteiramente de concreto armado, medindo 50 m de comprimento por 7 m de largura e 5 m de altura. Lateralmente, foi construído um vertedouro, também de concreto armado, que, descendo pela encosta da montanha, terminava no canal de fuga. Da câmara partiam quatro tubulações de aço, que alimentavam as turbinas montadas no interior da casa de máquinas. As três tubulações maiores, de 2,80 m de diâmetro e 105 m de comprimento, desembocavam nas três turbinas grandes; e a tubulação menor, de 70cm de diâmetro, nos dois grupos de excitadores. A casa de máquinas era um edifício amplo e sólido, com 40 m de comprimento por 25 m de largura e paredes de 12 m de altura. Todas as máquinas hidrelétricas da usina foram instaladas nesse local. As três turbinas grandes, fabricadas pela firma alemã J. M. Voith, eram duplas, do tipo Francis horizontal. Cada uma com potência de 3.200 kW, provida de seu próprio regulador. Essas turbinas estavam diretamente ligadas a três geradores trifásicos, de 3.000 kW, 2.300

volts e 60 ciclos, fabricados pela empresa norte-americana General Electric Co. Os excitadores, de 75 kW e 220 volts, eram acionados por duas turbinas de 130 hp, diretamente ligados a eles. Cada excitador era suficiente para acionar os três alternadores.

Para regular a voltagem do excitador empregavam-se dois reguladores Tirril. A voltagem era elevada de 2300 volts para 44.000 volts, por intermédio de nove transformadores monofásicos, refrigerados a água e a óleo, de 100 kW cada um. Todos os comutadores e reostatos, alternadores e excitadores eram acionados eletricamente, com a ajuda de uma bateria de reserva.” (CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE NO BRASIL, 1993, p. 79-80)

Dentre as inúmeras dificuldades técnicas para o projeto e construção do sistema de potência, do qual fazia parte essa usina, uma das principais estava no “problema de uma transmissão à cerca de 100 km (60 milhas) em uma zona extraordinariamente accidentada e sujeita a fortes perturbações atmosféricas”. (RABELLO, 1924, p. 137)⁶ Os percalços relativos à transmissão nessas condições só foram totalmente vencidos após as inovações ocorridas em outros ramos industriais, em particular na *indústria cerâmica*, responsável pelo fornecimento dos materiais empregados, dentre esses os *isoladores* utilizados nas linhas de transmissão.

A CBEE, a partir de sua constituição, expandiu fortemente suas ações no Estado do Rio, visando, através do controle de áreas de concessão, o fornecimento de eletricidade. Em 1910, começou a construir a termoelétrica de Socorro (dotada de uma máquina à vapor da Voith, de 400 kW, mais tarde ampliada para 1.400 kW) e de uma oficina de reparos, na Ponta da Armação, em Niterói.

A construção da hidrelétrica de Fagundes - a segunda mais importante obra no estado, realizada pela CBEE - próxima às instalações de Piabanha, começou em 1920, durando até 1924, quando foi inaugurada. Com capacidade de 4.800 kW de potência, operava em paralelo com a Usina Alberto Torres.

⁶Segundo essa mesma fonte, “o estudo da linha de transmissão se apresentava como um dos mais difíceis, por isso que ainda se achavam em início as transmissões a grande distância e alta tensão. Apenas um anno antes de se começarem os estudos, se reunia, em 1904, o Congresso Internacional de Eletricidade, na cidade de S. Luiz - Estados Unidos da América do Norte - e nessa ocasião, conforme o estudo apresentado por Mr. M. H. Gerry Jr., havia na América 10 instalações em funcionamento regular, com tensão superior a 40.000 volts, e transmitindo energia em linhas de 60 a 150 milhas. D’essas 10 instalações apenas *duas* empregavam diferenças de potencial entre 50 e 60.000 volts. Os técnicos que adoptavam as tensões mais elevadas eram tidos como pioneiros e considerados como temerários por alguns colegas de nomeada”.(RABELLO, 1924)

Além disso, a empresa investiu fortemente na expansão dos sistemas de transmissão e de distribuição.

Apêndice 6

Linhas de Pesquisa do CEPEL

A. Geração

- Geração Hidrelétrica
 - .Hidrologia da Amazônia;
 - .Impactos ambientais de usinas hidrelétricas;
 - .Confiabilidade de sistemas hidrotérmicos;
 - .Controle de cheias;
 - .Modelos de previsão de vazões;
 - .Uso múltiplo de águas.
- Geração Térmica
 - .Gás com ciclo-combinado.
- Geração Solar/Eólica
 - .Implantação de mecanismos institucionais para o avanço e difusão do conhecimento;
 - .Capacitação para formulação de políticas nacionais;
 - .Desenvolvimento de sistemas de geração comuns e híbridos;
 - .Eletrificação rural;
 - .Mapeamento eólico.
- Biomassa
 - .Utilização de óleos vegetais para geração, numa perspectiva local de aproveitamento.

B. Transmissão

- .Sistemas de corrente contínua multiterminais, ± 800 kV, para transmissão à longa distância;
- .Estação experimental para ensaios de corrente contínua - tecnologia de equipamentos;
- .Sistemas de transmissão em corrente alternada em tensões ultra elevadas (1.000 kV);
- .LPNE - Linhas de transmissão de potência natural elevada, visando aumento na capacidade de transmissão;
- .FACTS - Sistemas de transmissão flexíveis;
- .Alimentação a pequenas cargas;

- .Acesso à rede de transmissão e sistemas de custos e preços para o uso da transmissão;
- .Desenvolvimento de nova geração de centros de controle;
- .Simulação de redes elétricas em tempo real;
- .Desenvolvimento e avaliação tecnológica de equipamentos.

C. Distribuição

- .Automação de redes de distribuição e subestações semi-urbanas e rurais;
- .Medição eletrônica;
- .Qualidade do suprimento de energia;
- .Administração da carga;
- .Acionamento e segurança de equipamentos eletro-eletrônicos;
- .Equipamentos para atmosfera explosiva;
- .Equipamentos eletrônicos;
- .Qualidade de equipamentos.

D. Utilização de Energia

- .Refrigeração;
- .Iluminação;
- .Índices de eficiência energética.

E. Laboratórios

- .Ensaio em equipamentos;
- .Análises e ensaios em materiais;
- .Ensaio de conformidade/certificação;
- .Ensaio de suporte a projetos de P&D;
- .Calibração de instrumentos.

F. Novas Áreas

- Supercondutividade
 - .Minimização de perdas em linhas de transmissão, motores e geradores.
- Aplicação de Inteligência Artificial (sistemas especialista/redes neurais)
 - .Recomposição de sistemas elétricos;
 - .Alarmes;
 - .Planejamento dos sistemas elétricos;
 - .Esquemas de emergência;
 - .Manutenção de geradores.