

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS**

**Programa de Pós-Graduação em Administração**

**Mestrado Acadêmico em Administração**

**GESTÃO DE PROJETOS DE P&D:  
o caso CEMIG**

**Adriana Carvalho de Menezes Dendena**

**Belo Horizonte  
2010**

**ADRIANA CARVALHO DE MENEZES DENDENA**

**GESTÃO DE PROJETOS DE P&D:  
o caso CEMIG**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Administração.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Liliane de Oliveira Guimarães

**Belo Horizonte  
2010**

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

D391g Dendena, Adriana Carvalho de Menezes  
Gestão de projetos de P&D: o caso Cemig / Adriana Carvalho de Menezes  
Dendena. Belo Horizonte, 2010.  
147f.: Il.

Orientadora: Liliane de Oliveira Guimarães  
Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.  
Programa de Pós-Graduação em Administração.

1. Administração de projetos. 2. Parceria de pesquisa e desenvolvimento. 3. Companhia Energética de Minas Gerais. I. Guimarães, Liliane de Oliveira. II. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Administração. III. Título.

CDU: 658.012.2

*“A inovação é para a indústria o que a pesquisa é para a universidade: um processo de aprendizado que torna as organizações mais harmônicas através da criação de conhecimento, e as habitua a enfrentar o risco do desconhecido. Em ambos os casos, formam-se pessoas que aprendem a aprender.”*

*Jaime Rabi*

*Aprendemos e acumulamos, com o passar dos anos, acontecimentos que farão parte da nossa vida para sempre e que de uma forma ou de outra são inesquecíveis.*

*Alegrias, tristezas, decepções, surpresas, amadurecimento, aprendizado, conhecimentos diversos...*

*... pessoas que entram e saem da nossa vida fazem parte da nossa história.*

*Além desses sentimentos, durante esses dois anos e meio compreendi melhor o que é necessário e imprescindível para ser alguém.*

*Na verdade, apenas me lembrei com saudades da minha avó, que foi uma grande guerreira por 94 anos.*

*E concluí que ser guerreira é lutar pelos ideais, ter perseverança, acreditar acima de tudo, respeitar os limites, seguir em frente, aprender, errar, ter humildade, ser honesto, não ter medo de nada, tentar sem nunca desistir, ter esperança, conquistar e sempre recomeçar sem medo de errar!*

*Obrigado, Vó Maria, por ter feito parte da minha vida!*

## AGRADECIMENTOS

Uma dissertação de Mestrado é um desafio, principalmente pelo envolvimento de várias pessoas em busca de um objetivo. Não somos nada quando estamos sozinhos, e as pessoas que fizeram parte da nossa vida nesse período serão importantes para sempre.

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, por ter me dado coragem de assumir este compromisso e me guiado com perseverança e saúde para chegar ao fim desta longa jornada.

Agradeço a meu pai e minha mãe, por estarem presentes na minha vida e serem pessoas especiais para mim, e principalmente por me incentivarem a lutar para terminar tudo que começo, sem desanimar e abandonar o barco nas horas difíceis.

Aos meus filhos, Gustavo, Felipe e Lucas, que são tudo para mim. A compreensão e o carinho que demonstraram durante este período, principalmente nas viagens a Belo Horizonte e nas várias horas em frente ao computador foram essenciais para o desenvolvimento do meu trabalho. Espero que a conclusão deste Mestrado sirva de exemplo para vocês quererem ser guerreiros, pois nada vem de graça, sem esforço, responsabilidade e dedicação!

Ao meu marido, Ernesto, agradeço por respeitar as minhas escolhas e decisões.

Aos meus irmãos, Magna e Alexandre, agradeço os bons conselhos ao longo desta jornada.

Agradeço à minha orientadora, Liliane, pela dedicação, reuniões, e-mails, telefonemas e principalmente pelos apontamentos dos *gaps*, pois eles foram imprescindíveis para o meu crescimento.

Agradeço à professora Marta, pelas horas dedicadas neste projeto, e à Ariane, que, com as transcrições das entrevistas, ajudou bastante no desenvolvimento deste trabalho. Ao Marco e Jaqueline, que vocês continuem com esse sorriso e dedicação sempre.

Não poderia deixar de agradecer ao pessoal da CEMIG, principalmente aos gerentes da Superintendência de Tecnologia e Alternativas Energéticas, Maria Zuleila Carmona e Frederico Ribas, e aos gerentes dos seis projetos de P&D entrevistados, Alexandre Heringer Lisboa, Álvaro Jorge, Carlos Alexandre Meireles do Nascimento, Edino Barbosa Giudice Filho e José Carlos Ayres de Figueiredo, pela disponibilidade com que nos atenderam.

Por fim, agradeço a todos que, de uma forma ou de outra, me ajudaram na conclusão do Mestrado, seja cuidando dos meus filhos para que eu pudesse viajar com tranquilidade, seja me conduzindo para Belo Horizonte, ou nas orações que abençoaram esta conquista. Muito obrigado a todos que acreditaram, me apoiaram e incentivaram!

## RESUMO

A Lei nº 9.991/2000 estabeleceu percentuais mínimos a serem investidos em programas de pesquisa e desenvolvimento (P&D) pelas empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor elétrico brasileiro. Neste trabalho, teve-se por objetivo mapear os resultados dos Projetos de P&D desenvolvidos pelas Centrais Elétricas de Minas Gerais (CEMIG), iniciados entre fevereiro de 2000 e 2005 e finalizados até fevereiro de 2008, e analisar a gestão dos mesmos, avaliando os mecanismos de coordenação e controle, resultados alcançados e elementos dificultadores/facilitadores da atividade. Para isso, foi realizado estudo de caso de natureza qualitativa na CEMIG, buscando-se identificar as características do setor elétrico brasileiro e da P&D neste setor. Com isso, procurou-se entender a P&D de forma ampla, suas definições, características, tipos, objetivos estratégicos e diversos modelos de gestão de P&D existentes até hoje. O trabalho compreendeu a realização de levantamento bibliográfico específico sobre a gestão de P&D. Com o intuito de elucidar os objetivos desta pesquisa, utilizaram-se, de observação direta, questionários e entrevistas com seis gerentes de projetos de P&D da organização em questão. Constatou-se pela pesquisa que, em linhas gerais, a gestão de P&D da CEMIG se caracteriza por pouca integração entre as áreas funcionais, o que pode comprometer o aprendizado organizacional e o planejamento estratégico da empresa. Os principais elementos dificultadores apontados pelos entrevistados foram as exigências de prestação de contas e de contratação de serviços pela CEMIG e Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), acúmulo de funções dos gerentes dos projetos, visto que, além das atribuições inerentes ao cargo, eles coordenavam os projetos de P&D sem possuírem tempo para dedicação integral com os projetos. Por fim, vale ressaltar que não há uma integração entre os projetos desenvolvidos e o planejamento estratégico da empresa, como a literatura considera desejável e adequado a partir do modelo de quarta geração de P&D.

Palavras-chave: Gestão de P&D. Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). Setor Elétrico Brasileiro.

## **ABSTRACT**

Law nr. 9,991/2000 set a minimum percentage to be invested in programs of Research and Development (R&D) by the authorized, the concessionary and the permissionary companies of the Brazilian electric sector. The objective of this work was to map out the results of the projects of R&D developed by CEMIG, initiated between February 2000 and 2005 and ended until February 2008, as well as to analyze their management, evaluating the mechanisms for coordination and control, the results achieved, the complicating and facilitating elements of such activity. A qualitative case study was then carried out in CEMIG, aiming to identify the characteristics of the Brazilian electric sector and the R&D in the sector. Therefore, it was sought to understand the R&D widely - their definitions, characteristics, types, objectives and various strategic management models of R&D existing until today. The work involved a specific investigation of the literature on R&D management. Aiming to elucidate the objectives of this research, the use of direct observation, questionnaires and interviews with six managers of projects of R&D of the organization studied was necessary. The research has verified that, in general, the management of CEMIG R&D is characterized by little integration between the functional areas, which may compromise the organizational learning and the strategic planning of the company. The main complicating elements pointed out by the interviewees were the requirements of service rendered and contractions enforced by CEMIG and ANEEL, as well as the project managers' accumulation of functions, since they coordinated projects of R&D in addition to the usual duties they performed as required by their position, without full-time devotion to the projects. Lastly, it should be pointed out that there is no integration between the projects developed and the strategic planning of the company, as the literature considers it desirable and appropriate from the model of fourth generation of R&D.

Key-words: Management of R&D. Research and Development (R&D). Brazilian Electric Sector.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Modelo de Gestão de P&D e Inovação.....	36
FIGURA 2	Primeira Geração de P&D.....	43
FIGURA 3	Segunda Geração de P&D.....	45
FIGURA 4	Terceira Geração de P&D.....	47
FIGURA 5	Modelo de Inovação Tecnológica em Organizações de P&D.....	49
FIGURA 6	Modelo para Análise dos Dados.....	56
FIGURA 7	Modelo adotado pela CEMIG.....	124

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1	Componentes da Gestão de P&D.....	38
QUADRO 2	Características das Gerações de P&D.....	53
QUADRO 3	Elementos para Análise da Gestão dos Projetos de P&D.....	64
QUADRO 4	Síntese dos Projetos de P&D da CEMIG.....	106
QUADRO 5	Características dos Projetos de P&D e sua Gestão na Visão dos Entrevistados.....	115

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Elementos da Oferta Tecnológica dos Projetos de P&D da CEMIG.....	66
TABELA 2	Mapeamento da Oferta Tecnológica dos Projetos de P&D da CEMIG.....	80

## LISTA DE SIGLAS

ABB	Empresa líder global em tecnologias de potência e de automação
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEARD	Companhia de Eletrificação do Médio Rio Doce
CEARG	Companhia de Eletrificação do Alto Rio Grande
CEFETMG	Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais
CEMIG	Centrais Elétricas de Minas Gerais
CFLCL	Companhia Força e Luz Cataguases Leopoldina
CGTEE	Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica
CNPQ	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CPFL	Companhia Paulista de Força e Luz
CPQD	Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações
FAP	Fundação de Apoio e Pesquisa
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
GPRS	<i>General Packet Radio Service</i>
IEDI	Instituto de Educação e Inovação
ISO 9000	<i>International Organization for Standardization</i>
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia
NEXANS	Empresa especialista global em cabos e sistemas de cabeamento
OPGW	<i>Optical Ground Wire</i>
PADCT III	Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
P&D&I	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
PMBOK	<i>Project Management Body of Knowledge</i>
PUC MG	Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
SIG	Sistema Integrado de Gestão
SNPTEE	Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
1.1	O problema de pesquisa, sua justificativa e seus objetivos.....	16
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>22</b>
2.1	Pesquisa e Desenvolvimento.....	22
2.2	P&D – Definições, tipos e objetivos estratégicos.....	27
2.3	Gestão de P&D.....	33
2.3.1	<i>Modelo conceitual de análise dos dados</i> .....	54
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>58</b>
3.1	O método de pesquisa.....	58
3.2	A técnica de coleta de dados.....	61
3.2.1	<i>Entrevistas</i> .....	62
3.3	Estratégia de análise dos P&D pesquisados.....	63
<b>4</b>	<b>DESCRIÇÃO DOS CASOS E ANÁLISE DOS DADOS</b> .....	<b>67</b>
4.1	O Setor Elétrico Brasileiro.....	67
4.1.1	<i>Pesquisa e Desenvolvimento no Setor Elétrico Brasileiro</i> .....	69
4.2	Histórico da Empresa CEMIG.....	76
4.3	Oferta Tecnológica da CEMIG .....	79
4.4	Relato dos Projetos de Pesquisa.....	81
4.4.1	<i>Projeto P&amp;D 003 – Condutores compactos – Otimização e melhoria do desempenho de condutores compactos (extensão)</i> .....	81
4.4.2	<i>P&amp;D 006 – Aplicação e disponibilização dos dados de monitoramento em tempo real de LTs (Linhas de transmissão)</i> .....	84
4.4.3	<i>P&amp;D 023 – Revitalização de Transformadores de Potência</i> .....	87
4.4.4	<i>P&amp;D 051 – Usina Termelétrica solar experimental de 10 kW utilizando concentradores cilíndrico-parabólicos</i> .....	94
4.4.5	<i>P&amp;D 084 – Predição e análise de informações de monitoramento em tempo real de LTs (linhas de transmissão)</i> .....	99
4.4.6	<i>P&amp;D 110 – Pesquisa Aplicada em tecnologia de sensores ópticos a fibra</i> .....	103
4.5	Análise da Gestão dos Projetos da CEMIG.....	107
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>120</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>127</b>
	<b>APÊNDICE</b> .....	<b>145</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000 (BRASIL, 2000), de 24 de julho de 2000, “Dispõe sobre realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica, e dá outras providências.” (BRASIL, 2000). Desta forma estabeleceram-se percentuais mínimos a investir em programas de pesquisa e desenvolvimento (P&D) pelas empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor elétrico brasileiro, exceto aquelas que geram energia exclusivamente a partir de pequenas centrais hidrelétricas, biomassa, cogeração qualificada, usinas eólicas ou solares (BRASIL, 2000).

A promulgação da lei significou que as empresas de energia elétrica devem submeter, anualmente, à aprovação da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), um programa, constituído de um ou mais projetos de P&D, contendo as metas físicas e financeiras para cada ciclo, segundo as diretrizes e orientações do Manual dos Programas de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológicos do Setor Elétrico Brasileiro.

Desta forma, verifica-se que significativos volumes de recursos estão sendo disponibilizados no país para investimentos em pesquisa e desenvolvimento na área de energia. Concessionárias de eletricidade, fundos setoriais de energia, petróleo e gás, além dos tradicionais recursos do sistema público de fomento (CNPq, FAPs, FINEP) têm investido em projetos de P&D em energia (JANNUZZI, 2003).

Nosso trabalho foi elaborado considerando a demanda de elaboração de metodologia para transferência Tecnológica, pela Superintendência de Tecnologia e Alternativas Energéticas da Centrais Elétricas de Minas Gerais (CEMIG) e seu convênio com a PUC Minas, sendo a autora desta pesquisa uma das alunas de Mestrado do programa de Pós-Graduação em Administração da PUC Minas. O envolvimento de três alunos de Pós-Graduação em Administração da PUC Minas, bem como a titulação desses alunos e publicações de artigos sobre a gestão de projetos de P&D, transferência de tecnologia e projetos de P&D com foco em inovação referente ao setor de energia elétrica são alguns dos objetivos do projeto

de P&D desenvolvido pela Superintendência de Tecnologia e Alternativas Energéticas da CEMIG e o Programa de Pós-Graduação da PUC Minas.

Com esta parceria, o grupo de pesquisadores da PUC Minas analisou a gestão dos projetos de P&D da CEMIG e pretende-se elaborar, ao final do projeto, uma metodologia contendo um conjunto de métodos e processos sistematizados, com objetivo de facilitar a transferência tecnológica da CEMIG para as empresas que atuam no setor elétrico mineiro. A análise da gestão dos projetos de P&D gerados pela CEMIG pretende fornecer subsídios para aprimorar o aproveitamento dos recursos aplicados, que, ao longo dos últimos anos, geraram uma série de ideias, patentes e protótipos, mas que ainda carecem de serem materializados em novos produtos ou processos, justamente pela dificuldade encontrada pela CEMIG para transferir os resultados das pesquisas para o setor industrial.

Esta dissertação representa, em certa medida, uma continuidade de pesquisas anteriores realizadas por Carvalho (2008) no setor de P&D da CEMIG. O objeto de estudo desta pesquisa foi a concessionária de energia elétrica de Minas Gerais, CEMIG, basicamente a gestão dos seus projetos de P&D. Aprofundamos nosso estudo nos projetos aprovados e iniciados entre 2000 e 2005 e finalizados até fevereiro de 2008, analisando principalmente a gestão de alguns projetos considerados com potencial de transferência tecnológica para a indústria.

Os projetos concluídos nesse período, em sua grande maioria, geraram algum tipo de protótipo, produto novo, processo ou *software* e que, em sua maioria, não foram transferidos para a indústria nem estão sendo utilizados pela própria CEMIG. Foram identificados projetos que poderiam gerar aumento de receita, diminuição de gastos em energia e outros. Desta forma, o aprofundamento no estudo da gestão destes projetos de P&D da CEMIG foi fundamental para analisar os principais elementos que dificultam a transferência de resultados para que o setor industrial as materialize. Para tal, identificamos os mecanismos utilizados na gestão de projetos de P&D da CEMIG, com o intuito de determinar as tecnologias desenvolvidas pelos projetos iniciados entre 2000 e 2005 e finalizados até fevereiro de 2008 com potencial de materialização industrial.

Além disso, identificamos e analisamos, a partir da percepção dos gerentes de projetos da CEMIG, os elementos que dificultam e facilitam a transferência dos resultados tecnológicos para o setor industrial, além de levantarmos os mecanismos utilizados no processo de gestão dos projetos de P&D da organização.

A definição do tema desta pesquisa baseou-se na dificuldade, verbalizada pelos profissionais da CEMIG, de se apropriar dos projetos de pesquisa que são desenvolvidos e a concretização das inovações geradas pelos mesmos. A necessidade de otimizar o uso de energia elétrica por um número maior de pessoas e a integração entre empresas podem gerar benefícios em função do intercâmbio de conhecimentos. No entanto, as empresas componentes da cadeia têm dificuldade de absorver e concretizar os projetos desenvolvidos pelo programa CEMIG/ANEEL.

A legislação de Pesquisa e Desenvolvimento do Setor Elétrico Brasileiro foi elaborada com intuito de fomentar uma cultura de P&D nas empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor elétrico brasileiro, deixando a cargo das mesmas o gerenciamento de projetos, a capacitação de novos funcionários e a contratação de pesquisadores e centros de pesquisa. A ANEEL, em seu sítio eletrônico, expressa que “o programa de P&D é mais um passo na implantação de infraestrutura para gerar inovação tecnológica em inúmeros segmentos do setor”. Desde 1998, já foram investidos aproximadamente um bilhão de reais pelas empresas do setor elétrico, de acordo com dados da CEMIG. Em busca de resultados tangíveis, a ANEEL tem procurado fiscalizar as empresas sem, no entanto, lograr seus principais objetivos: obter resultados e gerar inovação.

Foster (1988) dedicou-se ao estudo da relação entre desenvolvimento tecnológico e sucesso empresarial com o objetivo de fundamentar a importância da pesquisa e desenvolvimento (P&D) para as organizações. A tentativa de avaliar os impactos de P&D fez com que esse autor encarasse o processo de inovação de forma diferente dos estudos já realizados, que consideravam inovação um processo solitário que requeria muita criatividade.

Nos últimos anos, tem sido crescente a percepção de que a compreensão e o gerenciamento do processo de inovação no âmbito de empresas é um importante instrumento de geração de riqueza e desenvolvimento socioeconômico. A gestão desse processo gera dinamização no ambiente empresarial, tornando-o competitivo e capaz de sustentar crescentes taxas de produtividade e altas margens de lucro (RENAULT et al, 2007).

Estudos sobre o processo de inovação mostram que, embora se materialize na empresa, envolve uma complexa gama de atores e redes sociais de diferentes esferas institucionais. A interação entre esses atores forma sistemas de inovação (EDQUIST, 1997; LUNDVALL, 1988; NELSON, 1993) e impacta no processo de

desenvolvimento socioeconômico das regiões onde tais sistemas se inscrevem (KIM; NELSON, 2000; SAXENIAN, 1996; STORPER, 1995).

### **1.1 O problema de pesquisa, sua justificativa e seus objetivos**

A análise dos programas de P&D das concessionárias, realizada por Jannuzzi (2000) e Jannuzzi e Gomes (2002) reflete bem a tendência natural e esperada das empresas alocarem a maior parte dos recursos em pesquisa estratégica e de curto prazo, muito embora a ANEEL venha realizando esforços para contribuir com a inovação no setor elétrico e suavizar essa tendência imediatista ao longo do tempo.

Apesar de todas as iniciativas, muitas empresas do setor ainda não encaram os recursos de P&D da ANEEL como oportunidades de negócio ou possibilidade de retornos financeiros ou humanos, percebendo o programa como uma obrigação, não se preocupando em investir de forma eficiente. De fato, para Jannuzzi e Gomes (2002), a Lei nº 9.991 (BRASIL, 2000) baseava-se no dueto obrigação e punição, em vez de utilizar a regulamentação como forma de incentivo.

Dado este contexto, em dezembro de 2007 foi colocada, em audiência pública, uma proposta de revisão do Manual de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor Elétrico Brasileiro (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2007), que passou a priorizar a obtenção de resultados. Essa iniciativa foi mais uma tentativa de justificar a utilização de 1% da Receita Líquida Operacional das concessionárias em prol da sociedade e a obtenção de resultados tangíveis dependerá da forma de gestão destes recursos.

Conforme dispõe o Manual dos Programas de P&D do Setor Elétrico Brasileiro (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2001), os programas de P&D devem estar pautados na busca de inovações para fazer frente aos desafios tecnológicos e de mercado das empresas de energia elétrica. De modo geral, os resultados de um projeto de P&D incluem a capacitação de recursos humanos e a criação ou aprimoramento de infraestrutura, a geração de novos conhecimentos e o desenvolvimento de tecnologias mais eficientes. Para as empresas de energia elétrica, esses resultados podem se converter em novos negócios e receitas,

ganhos de produtividade, otimização de processos, melhoria de qualidade dos serviços prestados, redução de custos, etc.

Tomando como base principalmente os estudos já desenvolvidos na área de P&D, o modelo de inovação tecnológica de Liyanage et al. (1999) e o modelo de gestão em P&D de Aenor (2002), apresentados no referencial teórico desta dissertação, estabelecemos a seguinte questão norteadora: **Como ocorre a gestão dos projetos de P&D iniciados entre 2000 e 2005 e finalizados até fevereiro de 2008 da CEMIG ?**

Em conformidade com nossa pergunta de pesquisa, Eliane de Carvalho (assessora de diretoria da ANEEL), verifica que ainda há necessidade de algumas reformulações na metodologia dos investimentos, apesar dos avanços em P&D:

Algo que a gente precisa fazer é estabelecer uma metodologia para avaliar a possibilidade de retorno econômico do projeto à concessionária. A lei fala em pesquisa e desenvolvimento tecnológico, mas não na divulgação das tecnologias. Essa passagem do P&D para a comercialização é algo em que precisamos evoluir (CARVALHO, 2006, p. 15).

A literatura sobre gestão de P&D está baseada na premissa de que existe uma relação causal forte entre gestão e inovação, a primeira constituindo-se em determinante importante da segunda. Os autores apoiados nessa tradição têm focalizado principalmente o que se pode chamar de práticas de gestão em modelos evolutivos de gestão de P&D (CARTER; WILLIAMS, 1957; CASSIOLATO, J.; LASTRES, H., 2005; CLARK, 1979; COOK; MORRISON, 1961; D'ALKAINE, 1992; FREEMAN et al., 1992; MAXIMINIANO, 1997; MENSCH et al., 1980; SOUZA, 2006).

Parte dessa literatura trata dos chamados modelos de gestão de tecnologia de primeira, segunda e terceira geração, em que, na primeira geração, a gerência de P&D era uma área isolada que estimulava a ciência, privilegiando pesquisas e criação de conhecimento científico. Evoluiu para uma estratégia orientada para o mercado com resultados econômicos e projetos objetivos caracterizada pela segunda geração para, finalmente, na terceira geração, o P&D ser melhor gerenciado, com comunicação eficiente entre os setores da empresa (ARNOLD; GUY, 1986; COUTINHO, 2004; DUMAINE, 1989; IRVINE; MARTIN, 1984; JUNG; RIBEIRO; CATEN, 2008; LIYANAGE et al., 1999; MILLER; MORRIS, 1999; MOWERY; ROSENBERG, 1979; REIS, 2008; ROOME, 1994; ROTHWELL, 1991, 1992, 1994; ROUSSEL et al., 1991, 1992; SALTER; MARTIN, 2001;).

Nos modelos de quarta e quinta geração, a ênfase para a inovação começa a ser bem evidenciada, com fortalecimento de parcerias, exploração do conhecimento, bem como sua aplicação e transferência, sendo que, na quinta geração, surge o modelo multi-institucional de integração para a inovação com a participação efetiva dos atores, além da integração estratégica. A velocidade das mudanças é um fator que passa a ser fortemente considerado nos projetos de P&D (DOCTER; STOKMAN, 1987; LIYANAGE et al., 1999; MILLER;MORRIS, 1999; SALTER;MARTIN, 2001; ROTHWELL, 1991, 1992; ROUSSEL et al., 1992).

Sendo assim, a gestão de P&D está aliada ao processo de transferência tecnológica para a maximização dos resultados obtidos com a pesquisa e desenvolvimento de novos produtos que podem ser materializados pelas indústrias.

Observa-se uma capacidade subaproveitada de desenvolvimento de produtos e processos capazes de otimizar o uso de energia elétrica por um número maior de pessoas. Esta dissertação justificou-se principalmente pelo fato de que os resultados das pesquisas financiadas pela CEMIG/ANEEL parecem não estar sendo revertidos em benefícios concretos, em função da dificuldade das empresas componentes da cadeia absorverem e tornarem comercializáveis tais projetos e protótipos. Portanto, a construção de um modelo de transferência de tecnologia da CEMIG para as demais empresas da cadeia pode aumentar a capacidade de conversão das ideias e resultados de pesquisas gestadas pela CEMIG e seus parceiros em produtos e serviços disponibilizados ao mercado ao identificar e dirimir, de forma sistematizada, os principais obstáculos à transferência da tecnologia.

De acordo com a percepção dos gerentes de projetos da CEMIG sobre o alto nível de desenvolvimento tecnológico das concessionárias de energia elétrica, fortemente estimulado pelo aumento da demanda por energia elétrica gerada de forma ambientalmente saudável e responsável, e amparado pela consistente política de inversões em pesquisa e desenvolvimento ensejado pela obrigatoriedade em investimento de 1% da receita operacional líquida das concessionárias de energia elétrica, o programa de pesquisa e desenvolvimento da ANEEL tem gerado uma capacidade de desenvolvimento de produtos e processos que extrapola a capacidade de apropriação da CEMIG.

A dificuldade de transferência tecnológica de potenciais produtos e processos para indústrias, desenvolvidos a partir de investimentos em P&D, é discutida por

vários autores (JANNUZZI, 2000; JANNUZZI; GOMES, 2002; KOZLOFF et al., 2000; MELO JUNIOR ; POMPERMAYER, 2005).

Desta forma, percebe-se que as iniciativas da CEMIG/ANEEL, através das ações desenvolvidas para o fomento de pesquisas, inovação, geração de novos projetos, protótipos e produtos, demonstram uma preocupação em buscar um bom termo para suprir essa carência. Sendo assim, o programa de P&D regulamentado pela ANEEL representa um grande salto para o incremento de projetos inovadores e pioneiros na área de energia elétrica, podendo gerar vários benefícios, não só para a CEMIG, como também para seus parceiros e outras indústrias.

A necessidade de redimensionamento da competitividade e do processo de obtenção/manutenção de vantagem competitiva pelas organizações justificou o programa de investimentos em P&D da ANEEL para as concessionárias de energia elétrica. Ela passou a se caracterizar não só pela melhoria e/ou implementação de variáveis como qualidade, custos, preço, mas, principalmente, pela busca permanente de inovações.

Sendo assim, a competitividade das empresas passa a depender cada vez mais de fatores como a inovação tecnológica, que pode ser obtida através de investimento em P&D e do desenvolvimento de redes de conhecimento, compostas por atores como institutos de pesquisa, universidades e laboratórios, consórcios de empresas e clientes. Vasconcelos e Ferreira (2002), afirmam que a base dos sistemas de inovação é formada pela interação entre universidade, empresa e governo.

A consciência acerca da importância da atividade de pesquisa, desenvolvimento e inovação tem ficado cada vez mais forte e mais presente, a ponto de já estar surgindo norma de requisitos para um sistema de gestão focado nesta atividade, sendo que tal evidência pode ser encontrada em AENOR (2002). Nesta norma de gestão de sistema de P&D&I - pesquisa, desenvolvimento e inovação - é registrado que a inovação tecnológica que se realiza em um país se constitui, de forma cada vez mais acentuada, em um fator crítico para determinar o crescimento econômico, os níveis de bem-estar e a competitividade internacional. Em razão de sua natureza complexa e devido às suas interações, a gestão da inovação tecnológica e da pesquisa e desenvolvimento precisam de um marco normativo que a sistematize e apoie a otimização de suas atividades (AENOR, 2002).

Observa-se, na figura do modelo de gestão preconizada por Aenor (2002), detalhada no referencial teórico, que é forte a interação entre as organizações, o mercado e os colaboradores, dispondo de diversas etapas de *feedback* para consolidar e sistematizar o processo. O modelo é aplicável a organizações que exercem a atividade de pesquisa e a organizações que apenas gerenciam o P&D realizado, além de valorizar a necessidade de um bom planejamento da atividade e de um sistema de medição do desempenho.

A inovação tecnológica está cada vez mais presente nas empresas, como um elemento fundamental da estratégia competitiva. No caso do setor elétrico, é uma questão essencial para o negócio. Ela permite às empresas prestarem serviços de qualidade, com menor custo e maior satisfação dos clientes. Consequentemente, as empresas se tornam mais competitivas e capacitadas para conquistar espaços no mercado. Segundo o presidente da CPFL Energia, a política de P&D da empresa está centrada em uma efetiva integração entre empresa, universidades e centros de pesquisa, buscando formas de fomentar o desenvolvimento de tecnologia nacional sustentável.

Como já mencionado, a obrigatoriedade na aplicação desses recursos está estabelecida em lei e nos contratos de concessão. A ANEEL tem o papel de regulamentar o investimento no programa, avaliar e aprovar as condições para a execução das pesquisas e acompanhar seus resultados. É mais um passo na implantação de infraestrutura para gerar inovação tecnológica em inúmeros segmentos do setor.

O principal desafio agora é ultrapassar a fase de protótipos em direção à produção industrial, com a conquista de autossuficiência tecnológica. Tem sido considerado necessário aprimorar a articulação entre universidades, centros de pesquisa, fabricantes, governo, novas empresas de base tecnológica e demais agentes de mercado. Assim, é possível buscar o fechamento do ciclo de cada projeto, gerar patentes e fortalecer o parque tecnológico brasileiro.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Desafios em P&D - A Revista Pesquisa e Desenvolvimento da ANEEL é uma publicação conjunta das superintendências de Comunicação Social (SCS) e de Regulação dos Serviços de Distribuição (SRD) da ANEEL. Foi produzida com recursos provenientes do III Congresso de Inovação Tecnológica em Energia Elétrica (CITENEL), realizado em dezembro de 2005, em Florianópolis. Esta edição também teve o apoio da Associação Brasileira de Distribuição de Energia Elétrica (ABRADEE).

Considerando o contexto da implementação da lei e o convênio entre a CEMIG e o Programa de Pós-Graduação em Administração da PUC Minas, a literatura da área que defende os investimentos em P&D de forma a aumentar a competitividade das organizações e as dificuldades verbalizadas pelos profissionais da CEMIG para gerenciar projetos de P&D e transferir os resultados para a indústria, estabeleceu-se os seguintes objetivos:

- a) mapear os resultados dos Projetos de P&D desenvolvidos pela Cemig, iniciados entre fevereiro de 2000 e 2005 e finalizados até fevereiro de 2008;
- b) analisar a gestão dos Projetos de P&D desenvolvidos pela Cemig, iniciados entre fevereiro de 2000 e 2005 e finalizados até fevereiro de 2008, avaliando os mecanismos de coordenação e controle, resultados alcançados e elementos dificultadores / facilitadores da atividade.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Este capítulo trata da revisão da literatura sobre os temas envolvidos na questão central do problema de pesquisa que é a Gestão de P&D. Os aprofundamentos nos temas pertinentes à nossa pesquisa auxiliaram na análise dos dados e na elucidação do problema de pesquisa. Primeiramente, foi realizado um levantamento do estado da arte do conceito de Pesquisa e Desenvolvimento, bem como seus tipos e objetivos estratégicos para depois aprofundarmos na Gestão de P&D. Apesar do tema não ser novo, há um incremento da importância acadêmica e empresarial do tema nos dias de hoje (UTTERBACK, 1986)

No item 2.1, apresentamos os principais elementos relativos à atividade de Pesquisa e Desenvolvimento; no item 2.2, serão discutidas as definições, tipos e objetivos estratégicos da Pesquisa e Desenvolvimento; no item 2.3, a Gestão de P&D é abordada, considerando-se a evolução nas práticas; por fim, no item 2.3.1, descreveremos o Modelo Conceitual de Análise dos Dados elaborado a partir do referencial teórico discutido nos itens anteriores.

### **2.1 Pesquisa e Desenvolvimento – P&D**

A perspectiva tradicional sobre as atividades de pesquisa e desenvolvimento defende o potencial de criação de novos produtos ou processos a partir de esforços e investimentos em pesquisa (BARDY, 2001; COHEN; LEVINTHAL, 1989; MARTIN, 2001; VEDOVELLO, 1998).

Martin (2001) considera necessário que as firmas invistam em desenvolvimento tecnológico, mesmo reconhecendo que nem todas as empresas têm condições de manter um setor específico de pesquisa. Contudo, a autora enfatiza que, mesmo que uma empresa não tenha recursos para tal, deve buscar meios de suprir essa carência, por acreditar que a capacidade de gerar novos produtos ou sistemas de operação representa importante vantagem competitiva.

Além dessa visão convencional da atividade de pesquisa e desenvolvimento, Cohen e Levinthal (1989) defendem que essa atividade não somente gera novos produtos ou processos, como também “aumenta a habilidade da firma de assimilar e explorar informação existente”. Isso significa que a prática da pesquisa e desenvolvimento, além de gerar inovações, também aumenta a capacidade de aprendizado da empresa ou, nas palavras dos autores, a “capacidade absorptiva”, o que inclui a competência para explorar conhecimento gerado extramuros e utilizá-lo para os próprios objetivos de inovação (COHEN; LEVINTHAL, 1989, p. 569, tradução nossa).

Hasegawa e Furtado (2006), assim como Cohen e Levinthal (1989), ponderam, ainda, que a atividade de P&D, independentemente de atingir ou não os objetivos propostos, gera aprendizado e cria capacitações nos indivíduos envolvidos na sua execução, portanto os objetivos da atividade de P&D extrapolam a inovação. Essas capacitações e conhecimentos obtidos durante um projeto ou programa de P&D podem ser aplicadas em outras atividades e para outros fins, gerando resultados inesperados da proposta inicial do projeto.

Desta forma, Hasegawa e Furtado (2006) esclarecem que o resultado mais claro da P&D é a inovação diretamente relacionada aos objetivos iniciais do programa, cuja difusão gera impactos econômicos. O resultado menos visível, mas não menos importante, é a aplicação das capacitações e dos conhecimentos criados e aprendidos durante determinado projeto de P&D para equacionar outros objetivos (externos ao escopo do programa). Esses produtos inesperados geram relevantes impactos econômicos, os quais podem e devem ser mensurados para que se possa avaliar a real importância do investimento em P&D (NETO; LIMA, 2004).

Para uma melhor compreensão da importância da atividade de P&D, Jung, Ribeiro e Caten (2008) complementam que a capacitação de recursos humanos para atividades de pesquisa e desenvolvimento, a produção do conhecimento científico e o estímulo à parceria entre os setores públicos e privados são ingredientes necessários para o crescimento econômico de um país. No entanto, Penteadó (2007) afirma que, somente na última década, os setores públicos e privados estão se esforçando para que a geração do conhecimento científico e a produção tecnológica entrem num círculo virtuoso, visando superar um dos paradoxos brasileiros: “um país reconhecido mundialmente como gerador de

ciência, porém limitado na geração de tecnologias e riquezas agregadas” (PENTEADO, 2007, p. 112).

Souza (2006) defende que esse paradoxo é consequência do modelo mental de pesquisa e desenvolvimento ao longo do tempo, onde a responsabilidade pela inovação tecnológica está centrada em um só ator, seja a universidade ou indústria, dependendo da área. Para esse autor, ao analisar os modelos de P&D praticados em outros países, fica evidente que a inovação também está vinculada aos dois atores. A universidade existe para formar indivíduos capazes de gerar conhecimentos e aptos a transformá-los em inovações. Jung, Ribeiro e Caten (2008) colocam que, nesse contexto, existe a necessidade de modelos de P&D que priorizem parcerias entre as universidades, centros de pesquisa e o setor privado industrial.

As atividades de P&D são geralmente classificadas em duas categorias. A primeira é a exploração, onde se gera um novo conhecimento e a segunda, o aproveitamento do qual se extraem valores existentes em conhecimentos adquiridos, ou já existentes (ALBERTINI; BUTLER, 1995).

Para Ghoshal e Bartlett (1988), as empresas que se comprometem com P&D trabalham em quatro etapas. A primeira etapa diz respeito à ideia da geração de produtos; a segunda etapa visa ao desenvolvimento de produtos e elaboração de estudos mercadológicos; a terceira etapa representa o processo de inovação ou inserção no mercado; e a quarta etapa, representa a aquisição de tecnologia. Essas etapas de P&D também possuem efeitos em outras atividades relativas a conhecimentos. O conhecimento gerado a partir da atividade de P&D desencadeia necessidades de gerenciamento que podem incluir mudanças de tecnologia e dos processos organizacionais, entre outros. Neste sentido, devem-se capacitar pessoas, para geração de ideias, administração de recursos e de elementos culturais (JAIN; TRIANDS, 1997).

Segundo Araoz (2000), instituições de P&D, para serem consideradas de excelência, ou seja, para atingirem elevados patamares de competitividade devem apresentar uma série de características, tais como flexibilidade nas operações e boa gerência de recursos humanos; objetivos alinhados com os objetivos da organização e as necessidades dos clientes; sustentação financeira compatível; recursos humanos motivados, com acesso à produção científica e à tecnologia internacionais; atualização tecnológica das instalações físicas, biblioteca de boa qualidade e

facilidades de obtenção de informação e conhecimentos, em especial por meio de *networking* e relacionamentos com fontes de financiamento que suportem as estratégias de expansão; práticas modernas de gerência; relações fortes e estáveis com o mercado e sua cadeia produtiva; reconhecimento, pelos pares, da qualidade e excelência tecnológica, sugerindo um *benchmarking* permanente e de alto nível; por fim, estruturas e sistemáticas orientadas para a exploração de suas potencialidades por meio de capacitação permanente dos recursos humanos.

Corroborando com essa tese, mas de maneira mais sintética, Battele (2001) observa que as instituições de P&D, para empreenderem inovações tecnológicas com sucesso, devem considerar alguns elementos, como benefícios para o consumidor final; vantagens competitivas em áreas como qualidade, singularidade ou preço; e capacidade de dar suporte às metas empresariais.

A perspectiva de Kaymakçalan (2000) para a realização bem sucedida de projetos de P&D vai além dos elementos ou condições observadas por Battele (2001) ou dos inúmeros pré-requisitos listados por Araoz (2000). Para ele, projetos bem sucedidos de P&D exigem o estabelecimento de cooperação, aliança e *network*. Isto significa que, na visão dele, as organizações desse segmento devem, cada vez mais, trabalhar em uma rede de cooperação, pois cada organização detém capacitações diferenciadas que nem sempre é possível o trabalho de P&D isoladamente. Faz-se necessário, então, trabalhar em uma rede de cooperação para se valer dos ativos de capital intelectual existentes no âmbito externo das organizações, conforme também destacam Kaymakçalan (2000), Terra e Gordon (2002), e Terra (2003).

Dados do IEDI (2010) revelam que o Brasil, de um modo geral, caracteriza-se por níveis extremamente baixos de investimentos em P&D em comparação com países desenvolvidos. Isso se deve a uma reduzida cooperação do setor produtivo com universidades e institutos de pesquisa, contribuindo para que os resultados de inovação não sejam muito evidentes. Para Siqueira (2000), a interação ou parceria contribui para transformar uma ideia ou invenção em uma verdadeira inovação, ao possibilitar a aplicação do conhecimento científico e tecnológico ao desenvolvimento de um produto ou processo aceito pelo mercado. No caso das empresas públicas, o envolvimento com pesquisa representa 60% do total nacional investido em P&D (IEDI, 2003), indicando o papel desse segmento no avanço tecnológico do país.

Na visão de Furtado (2005), isso resulta do:

[...] padrão de política científica e tecnológica, construído durante a fase militar, que sofreu grande inflexão no setor industrial com a privatização das estatais e com as quebras de monopólios ocorridos na década de 1990, em setores de infraestrutura (FURTADO, 2005, p. 43).

Para o autor, esses setores, que assumiam a liderança do projeto industrializante e tecnológico do país a partir da abertura econômica e das privatizações da década de 90, sofreram a perda de um de seus principais atores – as empresas estatais. Os laboratórios públicos associados a essas empresas perderam os seus elos privilegiados e enfrentaram crescentes problemas de sustentabilidade financeira.

Furtado (2005) explica que, para reduzir a tendência de queda em investimentos em P&D, o governo federal, a partir de 1993/1994, tomou a iniciativa de aumentar o gasto público em Ciência e Tecnologia, bem como de P&D, por intermédio de agências como a CAPES, CNPq, FINEP, e alguns governos estaduais acompanharam a iniciativa, destinando mais recursos às fundações de pesquisa do estado. As novas modalidades de fomento surgidas nesse período enfatizam a necessidade que projetos de pesquisa sejam realizados em cooperação entre universidade, empresa, centros tecnológicos e empresas públicas.

Uma das iniciativas mais importantes desse período foi o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT III), implantado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), cujo componente principal de desenvolvimento tecnológico apoiava projetos cooperativos entre universidades e centros de pesquisa com empresas. Esses projetos, para receberem recursos das agências de fomento, requeriam que as empresas proponentes contribuíssem com contrapartidas financeiras para que fossem consideradas habilitadas (FURTADO, 2005).

Apesar dos esforços governamentais no sentido de alterar seu protagonismo no desenvolvimento tecnológico do país, segundo Uller (2000), ainda hoje se observa que as pesquisas de ponta realizadas no Brasil são provenientes de empresas estatais. O pequeno número de cientistas e engenheiros nas empresas privadas no Brasil correlaciona-se com o reduzido investimento empresarial em P&D. Nessa conjuntura, o esforço feito pelo poder público para a formação de recursos humanos qualificados tem pouca efetividade em trazer benefícios

econômicos e sociais para o país, na medida em que não são absorvidos pelo setor privado, mas prioritariamente por universidades e institutos de pesquisa (CRUZ, 2000).

Siqueira (2000), Freitas et al. (1996) e Pereira (2000) reconhecem que as empresas identificam as universidades ou institutos de pesquisa como parceiros ideais para projetos de P&D, uma vez que a dimensão tecnológica, embasada no conhecimento científico, concentra-se basicamente no Brasil, nas organizações universitárias e centros de pesquisa. Portanto, elas buscam, nessas instituições, recursos humanos qualificados, suportes técnicos de excelência e também acesso aos laboratórios, para acompanhar os acontecimentos científicos e tecnológicos. O empresariado tem consciência de que um processo de inovação sem capacitação tecnológica própria é inconcebível na atual conjuntura. Sendo assim, os autores concordam que essa interação é de grande importância, por isso acreditam que, atualmente, as atividades de P&D estão sendo conduzidas, cada vez mais, por meio de alianças entre o setor privado e agências governamentais, universidades, institutos de pesquisa e até fornecedores, clientes, competidores e outras empresas.

No entanto, para Pereira (2000), o que ocorre com mais frequência é que as empresas contratam P&D de agências governamentais, universidades e institutos de pesquisa para resolver problemas específicos de produção, mas raramente em cooperação. Muitas vezes isto representa uma importante porta de entrada para contratos de P&D mais ambiciosos, prolongados e/ou abrangentes. Estes projetos, desenvolvidos principalmente como pesquisa sob encomenda, prorrogam-se eventualmente, evoluindo para projetos em cooperação. Para ele, cooperação é mais frequente em contratos com maior horizonte temporal, exigindo uma interação que pressupõe, entre outras coisas, algum equilíbrio na capacidade técnica das organizações envolvidas.

## **2.2 P&D – Definições, tipos e objetivos estratégicos**

P&D é visto como a junção da Pesquisa e do Desenvolvimento, ao considerar que a pesquisa “[...] é utilizada como instrumento ou ferramenta para a descoberta de novos conhecimentos”, enquanto o desenvolvimento refere-se a “[...] aplicação,

através de processos, destes novos conhecimentos para se obter resultados práticos.” (JUNG, 2004, p. 142).

Sendo assim, Govindarajan e Trimble (2006) afirmam que a P&D, mesmo ao se utilizar de tecnologias disponíveis, almeja a inovação tecnológica. Sua importância econômica e social é tal que a inovação passa a ter importância estratégica para as organizações e países.

Para isso, a P&D abrange várias atividades organizacionais e pode, como a sigla indica, ser enquadrada em duas vertentes: a pesquisa e desenvolvimento. A pesquisa, por sua vez, pode ser classificada em dois tipos de atividades: pesquisa básica e pesquisa aplicada. E o desenvolvimento pode ser ordenado em quatro tipos de atividades: desenvolvimento de novo produto, adaptação e extensão do produto, engenharia de apoio ao produto e engenharia de processo (HUANG; LIN, 2006).

Para Teixeira (1983), a expressão Pesquisa e Desenvolvimento – P&D - exprime uma ideia coletiva, representando um conjunto de atividades sistêmicas com a finalidade de aumentar o acervo de conhecimentos técnico-científicos e usá-los em projetos, realizações e aplicações práticas .

Em uma definição mais detalhada, Hayami e Ruttan (1998) definem Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) como sendo um conjunto de ações que envolve a geração e transformação de conhecimentos e a adaptação de tecnologias já existentes em novas tecnologias, na forma de produtos e processos acabados que atendam às necessidades do mercado. A ação de P&D se encarrega de criar ou adaptar produtos e processos para dar respostas aos problemas tecnológicos do desenvolvimento sócio-econômico. Esses autores ressaltam que a noção de produtos e processos acabados inclui, necessariamente, garantir, se pertinente, que eles estejam protegidos no que concerne à legislação da propriedade intelectual, que sejam comprovadamente seguros para a sociedade e o meio ambiente, e ajustados às necessidades presentes ou futuras do mercado, no seu sentido mais amplo.

Hayami e Ruttan (1998) complementam, ainda, que o conjunto de ações inclui o uso do método científico, como instrumental adequado à natureza do problema, em toda a sua extensão, ou seja, da concepção abstrata da solução, passa pela experimentação, até a construção e validação de protótipos, quando for o caso de produtos. Os autores afirmam que é a partir desse ponto que se inicia a

segunda atividade básica do processo de P&D, que é a Transferência de Tecnologia. Na avaliação dos autores, nenhuma organização deve submeter seus clientes a tecnologias inacabadas e mal testadas, pois o desgaste à reputação, causado por produtos e processos imperfeitos, é um preço alto a ser pago.

A CGTEE – Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica - agrupa os projetos de P&D em três categorias principais, conforme consta no site da empresa referente ao programa de P&D da Eletrobras CGTEE, que são:

- a) Pesquisa Básica Dirigida: desenvolvimento de produtos, processos ou sistemas inovadores;
- b) Pesquisa Aplicada: desenvolvimento e aprimoramento de processos e sistemas;
- c) Desenvolvimento Experimental: comprovação ou demonstração da viabilidade técnica ou funcional de novos produtos, processos, sistemas ou serviços para posterior aplicação comercial.

Conforme o Manual Frascati (ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, 2002), a pesquisa básica pode ser entendida como o trabalho teórico ou experimental, geralmente realizado nas universidades, empreendido primordialmente para compreender fenômenos e fatos da natureza, sem ter em vista qualquer aplicação específica. Pesquisa aplicada é a investigação original concebida pelo interesse em adquirir novos conhecimentos com finalidades práticas. Por fim, o desenvolvimento experimental busca, por meio de esforços sistemáticos, comprovar a viabilidade técnica e funcional de novos produtos, processos, sistemas e serviços, ou ainda aperfeiçoar os já existentes, a partir de conhecimentos técnico-científicos ou empíricos já dominados pela empresa ou obtidos externamente.

Roussel et al. (1991) estabelecem outras categorias para o processo de P&D denominado P&D incremental, que representa trabalhar sobre uma base de conhecimentos/competências já existentes na empresa, ou seja, representa ações de aperfeiçoamentos. Sua melhor expressão é representada pelos desenvolvimentos direcionados à redução nos custos de produção e pela adaptação de processos e produtos aos requisitos de clientes. A P&D radical envolve a obtenção de conhecimentos já existentes no ambiente externo, portanto com alguma base técnica e científica já estabelecida, que não compõem as competências da firma e que esta vê como necessária para sua estratégia de

curto/médio prazo. Ela pode gerar inovações radicais para o mercado e visa obter ganhos de competitividade e aumento de portfólio, e permite que a firma amplie sua cadeia de valor. Por fim, a P&D fundamental compreende a busca por conhecimentos não existentes na empresa, que podem ou não estar disponíveis no ambiente externo, mas que a empresa considera importantes em sua estratégia de longo prazo.

Roussel et al. (1991) ainda estabelecem tipos de P&D conforme sua especificidade:

- a) P&D de processo: é voltado para o desenvolvimento de novos processos e/ou de melhorias em processos já existentes; melhorias em processo normalmente envolvem modificações em equipamentos, otimizações de processo buscando reduções de custo e/ou garantia da qualidade do produto, controle avançado e automação, avaliação e seleção de novas matérias primas e fornecedores alternativos, entre outras;
- b) P&D de produto: busca o desenvolvimento de novos produtos e a melhoria/adequação às necessidades do mercado de produtos já existentes; compreende a identificação de oportunidades, o desenvolvimento em laboratório e sua implantação industrial, e termina com a aprovação do produto pelo mercado - para Morone (1993), este tipo constitui um dos aspectos da P&D mais estudados na literatura, pois, na visão do autor, é possível afirmar que uma das principais fontes de vantagem competitiva hoje é o desenvolvimento e a introdução no mercado de novos produtos;
- c) P&D de aplicação: envolve o desenvolvimento de novos usos para produtos já existentes e o desenvolvimento de aplicações para novos produtos; normalmente, ela está associada às áreas de assistência técnica na prestação de serviços a clientes ou à busca de novos mercados de atuação para as empresas.

Esses tipos de P&D e a atividade de criação e desenvolvimento de novos produtos e processos, em geral, cumprem objetivos empresariais estratégicos como expandir os negócios, utilizar de maneira integral a capacidade tecnológica da organização, ampliar mercado e criar condições para que a empresa se mantenha competitiva (ROUSSEL et al., 1992).

Para Hayami e Ruttan (1998), de um lado a P&D resolve problemas de base tecnológica já instalada, e de outro, ela cria novos conhecimentos e tecnologias que

rompem e reestruturam essa base tecnológica, a partir das quais novas formas de desenvolvimento e novos negócios tornam-se possíveis. Para esses autores, a atividade de P&D é um dos elos fundamentais da cadeia de ações e atividades que compõem o processo maior de desenvolvimento sócio-econômico.

Para que o processo de desenvolvimento sócio-econômico se realize, é preciso que existam outros fatores, além de atividades de P&D, igualmente essenciais. São fatores tais como legislação adequada e investimentos em infraestrutura de produção e comercialização e mão-de-obra habilitada, entre outros, em estreita sintonia com as soluções tecnológicas criadas ou adaptadas pela ação de P&D.

Prochnow, Leite e Kovaleski (2005) apontam que um dos principais requisitos para um setor de pesquisa e desenvolvimento (P&D) é a flexibilidade para testar novas possibilidades de produtos e agilidade na obtenção dos resultados da pesquisa para o desenvolvimento de tais produtos. Esses autores consideram que a falta de observação do processo de trabalho de um setor de P&D acarreta a adoção de sistemas de gerenciamento inadequados, que, em muitos casos, geram um excesso de documentação e burocracia.

Ainda para Prochnow, Leite e Kovaleski (2005), ao adotar um sistema de coordenação de P&D equivocado, a empresa despense recursos contratando profissionais altamente qualificados em áreas técnicas para desenvolver serviços burocráticos, para os quais não foram treinados. Além disso, também despense recursos com a implantação de diversas ferramentas de gestão e controle que não são utilizadas corretamente, pois são vistas apenas como exigências desnecessárias, tornando mais difícil que as pessoas possam fazer o que elas realmente foram treinadas para fazer.

A empresa pode perder também quando deixa de utilizar os resultados das ferramentas de gestão e controle para tomar ações ou decisões estratégicas, tais como investimentos em unidades industriais e promoções para os funcionários. Caso possua informações erradas, a empresa deixa de investir em áreas que poderiam dar maior retorno em menor tempo (PROCHNOW; LEITE; KOVALESKI, 2005). De acordo com esses autores, as empresas normalmente investem maiores recursos nas áreas onde os lucros são obtidos de maneira mais imediata. No entanto, um setor de P&D não pode ser avaliado da mesma forma que um setor produtivo, pois o seu retorno para a empresa é de longo prazo. Se avaliada a curto

prazo, a área de P&D trará apenas prejuízos, pois, antes que o produto final seja lançado no mercado, só há investimentos sem retorno na forma de lucros.

Além de atividades de P&D e de condições específicas do entorno para que resultados econômicos e sociais sejam alcançados, há outras questões que afetam a decisão das empresas em investir em P&D. O risco e incerteza das atividades de P&D podem estar relacionados com a seleção e priorização de projetos nessa área (MECHLIN;BERG, 1980; DUMBLETON, 1986). Gee (1971), Gibson (1981) e Sbragia (1987) apresentam bom resumo dessa literatura com relação à viabilidade financeira. A quantidade e a qualidade das informações disponíveis para o tomador de decisão dão uma boa medida do grau de dificuldade do trabalho necessário. Informações detalhadas e acuradas permitem o uso de técnicas quantitativas para a análise dos projetos, possibilitando estimativas de viabilidade econômico-financeira. A carência de dados suficientes e/ou confiáveis, o que é especialmente verdadeiro no caso de projetos de pesquisa e desenvolvimento, pode ser contornada mediante o uso de métodos qualitativos ou subjetivos. Porém, essa forma de analisar as alternativas pode conduzir a escolhas que não se mostram adequadas comercialmente (MORAES FILHO; WEINBERG, 2000).

Hasegawa e Furtado (2006) acreditam que a seleção dos projetos de P&D tem sido motivada mais pela necessidade de uso de recursos disponíveis e que justifiquem os efeitos das políticas e dos programas de P&D do que por demandas efetivas e reais de P&D. Por outro lado, observam-se alguns projetos de P&D sequenciais, ou seja, decorrentes de outros já finalizados, onde se obtêm melhores resultados aperfeiçoando-se o que já foi feito inicialmente. Esses autores concluem da mesma forma que Cohen e Levinthal (1989), que, independentemente de atingir ou não os objetivos propostos pela atividade de P&D, ela gera aprendizado e cria capacitações nos indivíduos envolvidos na sua execução, indo além da inovação. As capacitações e conhecimentos aprendidos durante um projeto ou programa de P&D podem ser aplicados em outras atividades e para outros fins, gerando resultados inesperados da proposta inicial do programa.

Independente da abordagem/dimensão do projeto, a atividade de P&D sempre esbarra em obstáculos de diversas naturezas: dificuldades para quantificar os critérios definidores de prioridade; dificuldades para avaliar simultaneamente mais de um fator e reconhecer a subjetividade de fatores que influenciam a priorização dos projetos. Por isso, precisam ser gerenciados.

## 2.3 Gestão de P&D

Vários autores defendem a necessidade de gestão de projetos ou do portfólio de projetos de P&D da organização, de forma a otimizar o uso de recursos, não perder de vista os objetivos estratégicos da empresa e garantir que os projetos prioritários sejam privilegiados (COOPER et al., 1996, 1999; DRUCKER, 1998; ENGELHOFF, 2000; PRANDELLI, 2000; REED et al., 1996; ROUSSEU et al., 1991; SAWHNEY; PRANDELLI, 2000).

No processo de gestão de P&D, é considerado desejável que exista uma ação de intercâmbio ou transferência de conhecimentos e tecnologias internos e externos entre agentes de P&D (HAYAMI; RUTTAN, 1998). Para esses autores, tal ação é parte integrante e fundamental do processo de P&D, porque acelera e reduz custos na geração de novas tecnologias. No entanto, o intercâmbio de conhecimentos e tecnologias no processo de P&D não deve ser confundido com o processo de transferência de tecnologias, consolidadas em produtos e processos acabados, que, na visão dos autores, é objeto das políticas de Comunicação Empresarial e de Negócios Tecnológicos.

Souza (2006) sugere que um modelo de gestão de inovação destina-se a facilitar a tarefa de gerenciamento de projetos. Prim et al. (2009) observam:

Gestão da inovação é o processo que envolve o gerenciamento de ideias e inovações de uma organização. Deve ser tratado de forma sistêmica, englobando estratégia, recursos, modelos organizacionais, processos e ferramentas voltadas para a geração de cultura organizacional propícia à inovação. A gestão de todo o processo, desde a geração da ideia, passando pelo trabalho de equipes até a implementação e resultado final é um trabalho que requer um conjunto de conhecimentos integrado a um sistema de tecnologia de informação com uma visão alinhada com as tendências de mercado.” (PRIM et al., 2009, p. 1).

Para se identificar o modelo de gestão de P&D que está sendo utilizado em um sistema de inovação, é necessário conhecer as principais características dos modelos de gestão de P&D existentes. De acordo com Cassiolato e Lastres (2005), “Sistema de inovação é conceituado como um conjunto de instituições distintas que contribuem para o desenvolvimento da capacidade de inovação de um país, setor ou localidade – e também o afetam.” (CASSIOLATO, J.; LASTRES, H., 2005, p. 37).

As características dos modelos de gestão são apontadas por diversos autores

(CARTER; WILLIAMS, 1957; CLARK, 1979; COOK; MORRISON,1961; FREEMAN et al.,1992; MENSCH et al., 1980 ), sendo que D'alkaine (1992) afirma que existem dois níveis na gestão de projetos. O primeiro é o que ele denomina de “acionar institucional sobre o projeto”, e significa incluir e comprometer as áreas gerenciais com o projeto e deve abranger as áreas de supervisão e desenvolvimento gerencial. O segundo é denominado pelo autor como “o acionar do próprio projeto”, que deve atuar sobre os elementos que compõem o processo de gestão dos projetos (D'ALKAINE, p. 752).

Já Maximiniano (1997), discutindo a gestão de projetos de P&D, indica que devem ser considerados dois importantes aspectos. O primeiro diz respeito à gestão do projeto em si, que parece o acionar do próprio projeto de D'alkaine (1992), como um sistema que engloba recursos humanos, materiais, financeiros, bem como atividades que devem atender a um objetivo dentro de um determinado prazo. O segundo aspecto é a gestão de um projeto dentro de um contexto organizacional. Para esse autor, uma pesquisa exige consenso, formação e coordenação de fornecedores (pessoas e as correspondentes competências) internos e externos. O autor acredita residir aí o maior problema da gestão de P&D, ou seja, o de administrar o projeto como atividade coletiva, o que exige a habilidade de planejar e mobilizar recursos, orientando-os para a realização das metas propostas. Neste segundo aspecto, Maximiniano (1997) amplia a perspectiva de D'alkaine (1992) ao incluir fatores externos que podem determinar a realização do projeto.

Lima (1999) complementa os aspectos que Maximiniano (1997) considera importantes, acrescentando outros itens a serem avaliados na gestão de projetos, tais como a estrutura utilizada para esta coordenação; a definição dos principais resultados que podem ser obtidos nos projetos e nos processos das pesquisas tecnológicas; a visão do gestor com relação ao projeto e à atividade gerencial; a política de gestão de recursos humanos, implementada nos laboratórios de pesquisa e desenvolvimento; a forma de tratamento das informações (gestão da informação) nos projetos com relação ao registro e disseminação para reutilização em outros projetos; o perfil do gestor de projetos e, principalmente, a forma como é realizada a gestão da qualidade visando otimizar as ações; e a capacitação e o desenvolvimento de pesquisadores para o desempenho como gestores de projetos. Todos os itens acima afetam, na visão de Lima (1999), os resultados de P&D.

Cooper, Edget e Kleinschmidt (1997), Danneels e Kleinschmidt (2001), MacCormack et al. (2001), Nellore e Balachandra (2001), Sethi e Nicholson (2001), e ainda Metcalf e Boden (1991) elucidam que, em gerenciamento de pesquisa em busca de inovação tecnológica e organizacional, o gerente de pesquisas terá que lidar com objetivos múltiplos e variáveis operacionais da organização que influenciam no planejamento, objetivos e metas, decisões e avaliação de processos e sistemas tecnológicos, tornando a atividade complexa. Para os autores, a gestão de P&D é um processo contínuo composto pelas etapas de geração, difusão, transferência e gerenciamento de conhecimento entre indivíduos, grupos e organizações. Em virtude da provável dependência de conhecimento externo ou da necessidade de acompanhar o que tem sido gerado extramuros, a gestão de P&D deve lidar não só com a gestão da pesquisa, mas com suas conexões, redes e contextos externos com alguma vinculação com essa atividade.

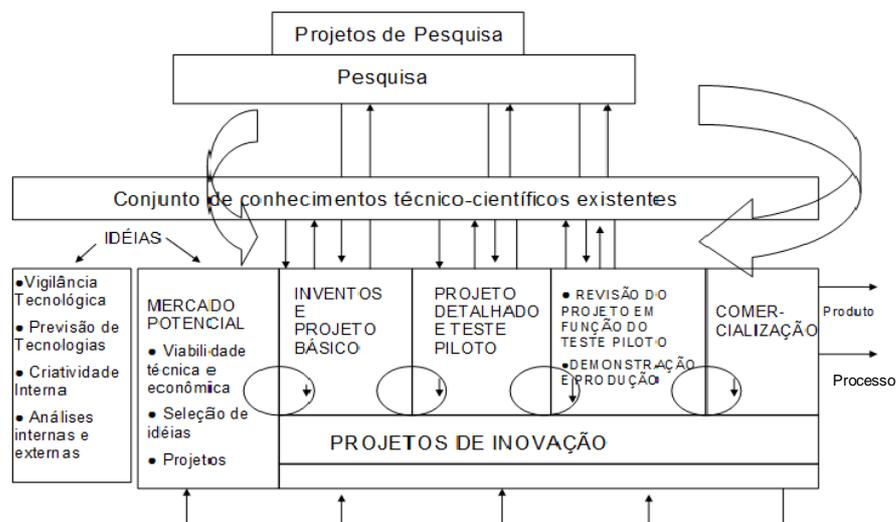
Em organizações baseadas em conhecimento, o gerenciamento dos projetos deve estar integrado com estratégias, tecnologias e funções organizacionais. Os objetivos de P&D nesse tipo de organização podem ser caracterizados pela solução imediata de qualquer tipo de problema, melhor conhecimento dos objetivos organizacionais, crescimento organizacional e aumento da competitividade (FREEMAN, 1992; HAGERDOORN, 1990; MEYER, 1993). Além da necessidade de estar integrado com as estratégias da empresa, Liyanage et al. (1999) acrescentam que os processos de P&D devem utilizar um sistema de funções que contenha elementos de responsabilidade do gestor do projeto, como estabelecimento de procedimentos e preparação para imprevistos e impactos.

A consciência empresarial e governamental acerca da importância da atividade de pesquisa, desenvolvimento e inovação tem crescido a ponto de se criarem normas para um sistema de gestão para a atividade de P&D, e que possam ser aplicáveis a qualquer empresa. Tal evidência pode ser encontrada em AENOR (2002). Neste modelo de gestão de sistema de P&D&I (Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação), consta que:

A inovação tecnológica que se realiza em um país se constitui, de forma cada vez mais acentuada, em um fator crítico para determinar o crescimento econômico, os níveis de bem estar e a competitividade internacional. Em razão de sua natureza complexa e devido às suas interações, a gestão da inovação tecnológica e da pesquisa e desenvolvimento precisam de um

marco normativo que a sistematize e apóie a otimização de suas atividades (AENOR, 2002, p. 16).

Observa-se, na figura 1, que o modelo de gestão de P&D e Inovação preconizado por AENOR (2002) é consoante com a perspectiva de que o investimento em P&D deve se pautar por análise criteriosa de sua viabilidade, que se caracteriza pela forte interação entre as áreas, o mercado e os colaboradores, dispondo de diversas etapas de *feedback* para consolidar e sistematizar o processo. Além de considerar etapas de um bom planejamento da atividade e de um sistema de medição do desempenho, segundo o autor, o modelo é aplicável em organizações que exercem a atividade de pesquisa e em organizações que apenas gerenciam o P&D realizado. A figura 1 retrata o modelo de AENOR (2002).



**Figura 1: Modelo de Gestão de P&D e Inovação**  
Fonte: AENOR, 2002.

No modelo de AENOR (2002), projetos de pesquisa que geram inovação percorrem uma trajetória que parte da elaboração do projeto com base em conhecimentos técnico-científicos existentes. A ideia para uma pesquisa surge pela conjugação do acompanhamento da tecnologia existente, com a análise de previsão de tecnologias, aliados à criatividade interna e análises dos recursos internos e externos. Além disso, verifica-se o mercado potencial, bem como a viabilidade técnica e econômica para as ideias e projetos selecionados. Como decorrência desse processo, inventos e projetos básicos são desenvolvidos. Se continuarem apresentando viabilidade, o projeto é detalhado e o teste piloto é realizado. A partir do teste piloto, pode ocorrer revisão do projeto e, se aprovado, inicia-se a etapa de

demonstração e produção para, enfim, a inovação ser colocada para comercialização.

Earto (2000) é outro autor que apresenta diretrizes para a gestão e operações de instituições ou setores organizacionais voltados à pesquisa e o desenvolvimento tecnológico, de forma a melhorar os serviços aos clientes e a competitividade da organização. Os principais fatores para competitividade da organização de P&D sugeridos por Earto (2000) são: adoção de um sistema de gestão da qualidade; gestão de aspectos contratuais e de propriedade intelectual; *benchmarking* de práticas de gestão, definição de indicadores e resultados de ensaios, calibrações e pesquisas; gestão dos aspectos relacionados aos impactos potenciais ao meio ambiente e dos aspectos contidos nas leis e regulamentos; criação de mecanismos para obter avaliação de clientes em termos de reclamações e satisfação; implementação de um sistema de divulgação para reconhecimentos de terceiros; capacitação dos recursos humanos; atualização tecnológica da infraestrutura (máquinas, instalações e equipamentos); adoção de métodos e tecnologias adequados e melhorados continuamente; e estabelecimento de mecanismos para gestão de projetos.

Em uma perspectiva menos ampla, ou seja, sem considerar essa diversidade de elementos que, na visão de Earto (2000), determinam a competitividade de organizações de P&D, mas, sim, o gerenciamento de um projeto de P&D específico, a ABNT lista os principais aspectos a serem observados nessa atividade. Esses aspectos visam conferir a tal processo a garantia de um padrão mínimo, compatível e aceito internacionalmente em função de atender a requisitos de norma internacional – a ISO 9000. Estes incluem um planejamento criterioso do projeto com definição de recursos e condições para sua realização, estabelecimento dos resultados esperados, acompanhamento periódico e crítico de sua execução, mecanismos de controle das alterações no projeto, estabelecimento de um cronograma e recursos e, por fim, verificação e validação do resultado.

No que diz respeito aos resultados obtidos com políticas públicas direcionadas à pesquisa científica e tecnológica, existe um crescente interesse por parte de diversos atores nas áreas de planejamento, gestão e política de ciência e tecnologia, assim como no meio acadêmico, devido à avaliação de projetos de P&D e de programas tecnológicos. A demanda por avaliações tem sido motivada pela necessidade de compreender os efeitos e resultados obtidos, bem como aprender

com as experiências passadas e justificar para a sociedade a continuação dessas políticas e programas (HASEGAWA; FURTADO, 2006).

A atividade de P&D isolada não é garantia de que a tecnologia desenvolvida seja transferida para o sistema produtivo. A tecnologia gerada, ou aperfeiçoada, por uma atividade de P&D, exige diversos graus de elaboração até sua efetiva inserção numa atividade produtiva, englobando tanto a “produção” da tecnologia como a sua comercialização. Assim, Longo (1984) sugere que as indústrias de base tecnológica:

[...] devem possuir um setor de comercialização que se encarregue da determinação e definição dos mercados mais convenientes, da elaboração da estratégia de comercialização e da utilização dos recursos da empresa para adquirir tecnologias, combiná-las com a produção própria e vendê-las na forma mais adequada para as necessidades do cliente (LONGO apud SILVA NETO; LIMA, 2003, p. 4).

Numa perspectiva semelhante, Liyanage et al. (1999) esclarecem que, na gestão da pesquisa para inovação tecnológica e organizacional, o gestor irá lidar com “múltiplos objetivos e critérios operacionais que influenciam o planejamento, definição de objetivos, tomada de decisão e processo de avaliação” (LIYANAGE et al., p. 375), o que significa administrar um projeto ou sistema de P&D em consonância com as estratégias, tecnologias e funções organizacionais e também com as necessidades do mercado.

Nesse sentido, Liyanage et al. (1999) sugere alguns componentes de gestão de P&D, conforme QUADRO 1.

(continua)

<b>COMPONENTES DA GESTÃO DE P&amp;D</b>
<b>OBJETIVOS</b>
<b>PROCESSOS / MÉTODOS</b>
<b>RESULTADOS / IMPACTOS</b>
Liderança em pesquisa
Formação de equipe de P&D e atuação em colaboração
Desenvolvimento de times virtuais e presenciais
Lançamento de novos produtos
P&D radical
Conquista de novos mercados

(conclusão)

<p>Melhoria de produtos existentes</p> <p>P&amp;D incremental</p> <p>Ampliação de mercados</p> <p>Absorção de produtos externos</p> <p>Integração e informação gerencial</p> <p>Tecnologia melhor avaliada</p> <p>Manutenção da competitividade</p> <p>Estrutura/arquitetura do P&amp;D</p> <p>Ampliação da participação no mercado</p> <p>Proteção de conhecimentos</p> <p>Estabelecimento de prioridades para P&amp;D</p> <p>Portfólio superior de P&amp;D e redes</p> <p>Manutenção da competitividade da pesquisa</p> <p>Investimento em melhores laboratórios e prática de manufaturas</p> <p>Incremento da pesquisa básica e artesanal</p> <p>Exploração do conhecimento organizacional</p> <p>Planejamento e avaliação da alocação de recursos em P&amp;D</p> <p>Geração de conhecimento explícito e tácito</p> <p>Determinação do ciclo de vida tecnológico</p> <p>Avaliação da P&amp;D: determinação de riscos e benefícios</p> <p>Criação de oportunidades de transferência de tecnologia</p>
---

**Quadro 1: Componentes da Gestão de P&D**  
**Fonte: LIYANAGE et al., 1999 (tradução nossa).**

Pode-se observar que, conforme o objetivo estabelecido, os autores propõem o processo ou maneira de realizá-lo, bem como os resultados esperados. Assim, se o interesse for assumir liderança em pesquisa na área, os autores propõem a formação de uma equipe de P&D que trabalhe em colaboração, com vistas a formar times que possam trabalhar virtualmente. Por outro lado, se o objetivo é lançamento de novos produtos, deve-se investir em P&D radical, para a conquista de novos mercados. E, se o objetivo é a proteção de conhecimentos, devem-se estabelecer

as prioridades de P&D para que a gestão de P&D seja eficiente e as redes/parcerias, bem estabelecidas.

Um projeto de P&D normalmente abrange vários elementos. O PMBOK 2000 - *Project Management Body of Knowledge* (Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos) - detalha os elementos que devem compor o trabalho do gestor do projeto de P&D. Com relação às equipes que compõem um projeto de P&D, geralmente elas são oriundas de outros projetos ou áreas funcionais, e a atividade de integração tem por objetivo organizar a diversidade de especialistas em torno dos objetivos do projeto. Os objetivos do projeto devem ser bem definidos e flexíveis, pois, caso seja necessário, podem ser efetuadas alterações adequadas para o desenvolvimento e execução dos planos. O planejamento dos custos de um projeto de P&D assegura a execução dentro do orçamento proposto. Deve-se planejar a aquisição de produtos e serviços internos e externos necessários ao projeto em execução.

Kerzner (1992), Patah e Carvalho (2002), Rabechini e Carvalho (1999), Valeriano (1998) consideram projetos como sendo empreendimentos temporários, onde há a necessidade da utilização produtiva das pessoas e isso requer liderança, ou seja, atenção do coordenador no sentido de manter a motivação e cooperação do grupo para que os recursos humanos envolvidos com o projeto atendam a essas necessidades. Quanto aos riscos inerentes aos projetos de P&D, ações devem ser planejadas visando à eliminação ou minimização dos mesmos, de forma a não inviabilizar a conclusão do projeto, adequando e acompanhando as ameaças e oportunidades. Esses autores ressaltam outros elementos, que são a comunicação, qualidade e prazos dos projetos de P&D. A comunicação envolve a coleta, geração, disseminação e arquivamento de informações. A qualidade visa assegurar a satisfação das necessidades e/ou expectativas dos clientes ou do grupo que demandou o projeto.

Os prazos de execução dos projetos de P&D são importantes para uma estimativa de tempo, programação adequada, acompanhamento das atividades, estimativa de tempo e, principalmente, para cumprir a pontualidade da execução do projeto. Marcovitch (1978) reforça a importância do cumprimento do prazo em um projeto de P&D, visto que a principal característica de um projeto é seu caráter temporário. Um projeto tem um ciclo de vida que, embora diferente de um para o outro, revela um padrão de evolução característico.

Nesta mesma perspectiva, ou seja, da diversidade de elementos e atividades pertinentes à gestão de P&D, Kruglianskas (1997) afirma que:

O gerenciamento de projetos envolve a plena integração de todos os recursos envolvidos (materiais, financeiros e humanos) com o objetivo de, no prazo acordado e com a verba proposta, atingir o resultado negociado, primordialmente com êxito em todos os sentidos (KUGLIANSKAS, 1997, p. 801).

Adams (1978, 1983), Blake (1978), Carvalho (2002), Thanhaim e Wilemon (1975) e Wideman (1981) destacam outro ponto importante no processo de gestão de projeto, tanto em uma Instituição de Ensino, Pesquisa e Desenvolvimento como em uma indústria. Para esses autores, a gestão de P&D é altamente interativa, tornando-se indispensável uma gestão com visão sistêmica, que considere a elaboração, a negociação e o desenvolvimento dos elementos que compõem o projeto, incluindo a utilização de instrumentos institucionais, recursos humanos e materiais.

Corroborando com essa visão, Valeriano (1998) afirma que:

O projeto não é uma entidade isolada: ele está vinculado pelo menos à organização hospedeira e esta, por sua vez, está integrada em um contexto maior. Assim, o projeto faz parte de um sistema complexo e, para ser bem gerenciado, é necessário que se tenha um sólido entendimento deste ambiente, um verdadeiro mosaico dos vários subsistemas de níveis mais altos, que tem interações com o projeto (VALERIANO, 1988, p. 55).

Parte da literatura que discute componentes da gestão de P&D define modelos de gestão de P&D, classificados como “gerações”. Alguns autores, como Liyanage et al. (1999), utilizam o termo *gestão de tecnologia*. Outros autores, como Bemelmans (1979), Bergman e Gittins (1985), Irvine e Martin (1984), Jung, Ribeiro e Caten (2008), Reis (2008) e Roussel et al. (1992), utilizam o termo *modelos de P&D*. Enquanto outros autores, como Burns e Stalker (1961), Little (1981), Roberts (1987), Schmidt e Freeland (1992) e Steele (1989) utilizam o termo *gerações de gestão de P&D*. Desta forma, iremos utilizar, em nosso trabalho, o termo **gerações de gestão de P&D**. As principais características dessas gerações são apresentadas a seguir.

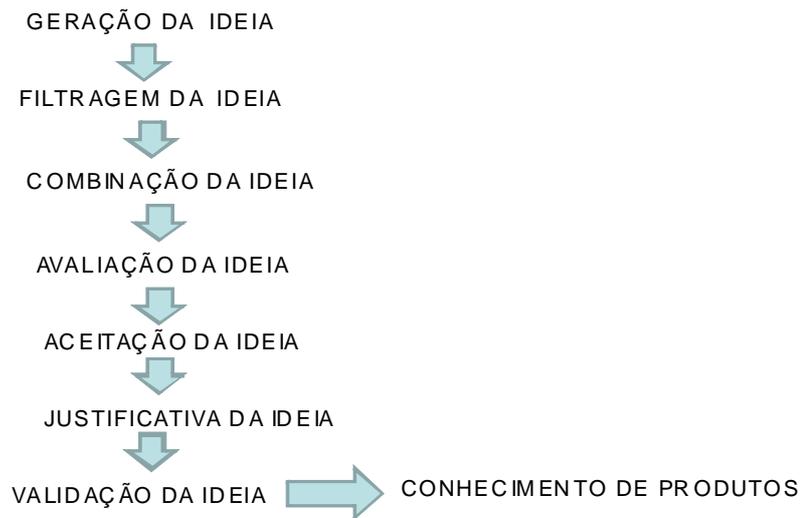
Em termos de historicidade, Rothwell (1991, 1994) apresenta cinco gerações de gestão de P&D. O modelo *Technology-push* configura-se como a primeira geração de gestão de P&D predominante nos anos cinquenta e meados dos anos

sessenta. Lichtenthaler (2003) esclarece que, na primeira geração de gestão de P&D, não há uma relação direta entre a estratégia da organização e a pesquisa e desenvolvimento em tecnologia.

Liyanage et al. (1999), Lichtenthaler (2003) e Roussel et al. (1992), esclarecem que o modelo de primeira geração de gestão de P&D é caracterizado pela ausência de um planejamento estratégico para a gestão da tecnologia e da Pesquisa e Desenvolvimento. A P&D nas organizações, nesse período, era tratada como custo e a Gerência Geral participava pouco na definição dos programas ou projetos. Para esses autores, havia certa alocação de recursos em P&D, porém a decisão de como os recursos seriam distribuídos para desenvolver as novas tecnologias e/ou produtos era de responsabilidade da Gerência de P&D. Nesse sentido, o grupo de P&D era uma entidade isolada na empresa, existindo pouca comunicação com os demais setores da empresa (ROUSSEL et al., 1991, 1992). A avaliação dos resultados era realizada pelo próprio órgão de P&D. Além disso, predominava o uso da intuição na seleção do portfólio de projetos de P&D e não existia um planejamento, especificando objetivos, recursos, prazos e dispêndios.

Para Liyanage, Greenfiel e Don (1999), a primeira geração de gestão de P&D era direcionada para a estratégia do *science push* (estímulo à ciência), e privilegiou pesquisas e criação de conhecimento científico. A criação do conhecimento era considerada como um bem que poderia contribuir ou não para o crescimento de novos ou existentes mercados. Conforme mencionado, as unidades de P&D possuíam autonomia na seleção e na condução da pesquisa, bem como na decisão de alocação dos recursos.

Liyanage, Greenfiel e Don (1999) explicam que, na primeira geração de gestão de P&D, a liberdade do pesquisador era considerada mais importante e relevante que a própria pesquisa em si. Poucas técnicas formais eram disponibilizadas para a seleção e avaliação dos projetos de P&D. A justificativa para os projetos era decorrente da percepção da importância da geração do novo processo de conhecimento. A figura 2 ilustra as principais características da prática da considerada primeira geração de P&D.



**Figura 2: Primeira Geração de P&D**  
**Fonte: LIYANAGE; GREENFIEL; DON, 1999 (adaptação nossa).**

A literatura sobre os modelos de gestão de P&D citam vários autores, como Don (1999), Jung, Ribeiro e Caten (2008), Liyanage et al., (1999) e Reis (2008), que compartilham dos conceitos de Roussel et al. (1999) acerca das características do modelo de P&D de primeira geração e acrescentam outros aspectos importantes. Conforme mencionado, esses autores consideram que esse modelo utiliza como princípio a descoberta científica chamada de *science push* ou *technology-push*. O objetivo principal do modelo de P&D de primeira geração é a inovação tecnológica, sendo alcançada por meio da pesquisa básica orientada pela curiosidade do pesquisador, pesquisa aplicada e desenvolvimento experimental e avanço do conhecimento. Segundo esses autores, a inovação é resultante do avanço científico, os pesquisadores possuem grande autonomia, os projetos não possuem cronograma determinados, pouca ou nenhuma ênfase em seleção de projetos, horizontes de tempo indefinidos, facilidade em obtenção de recursos, enfim, a pesquisa científica era sem objetivos comerciais e tecnológicos claramente definidos.

Burns e Stalker (1961), Irvine e Martin (1984), avaliam que esse modelo mostrou-se bastante atraente para os cientistas, pois havia maiores investimentos em pesquisa básica sem pressões por resultados.

O modelo *need-pull*, predominante na metade dos anos sessenta e durante o começo dos anos setenta, é caracterizado como sendo a segunda geração de P&D (ROTHWELL, 1991). A considerada segunda geração de P&D caracterizou-se por

selecionar projetos de P&D por intuição, mas com propósitos e objetivos definidos. Enquanto na primeira geração de gestão de P&D enfatizava-se a geração de conhecimento, o modelo de segunda geração respondeu aos conceitos de *market pull* e *technology push*, reiterando a importância em se obter um conhecimento baseado na ciência e tecnologia, porém com resultados econômicos (MOWERY; ROSENBERG, 1979). Nessa época, os pesquisadores deveriam selecionar os projetos de P&D que gerassem resultados tangíveis em um período específico. Como resultado, o modelo de segunda geração obrigou uma melhor comunicação entre os gerentes de pesquisa e os gerentes gerais. O avanço dessa segunda fase de P&D pode ser assim explicado:

[...] clarifica e age com discrição, na natureza do projeto de P&D, utiliza do gerenciamento de forma generalizada e coloca profissionalmente gerentes experientes em projetos com objetivos significativos (ROUSSEL et al., 1991, tradução nossa).

Nessa segunda geração de gestão de P&D, o projeto deveria possuir atividade de P&D como base, aplicação e experimentação de desenvolvimento de trabalhos que se traduzissem em ganhos econômicos. Projetos individuais eram admitidos em outra base de importância, separados em portfólios de trabalho e capital investido. Nessa etapa, controle financeiro, contábil e avaliação de projetos foram introduzidos no gerenciamento de P&D.

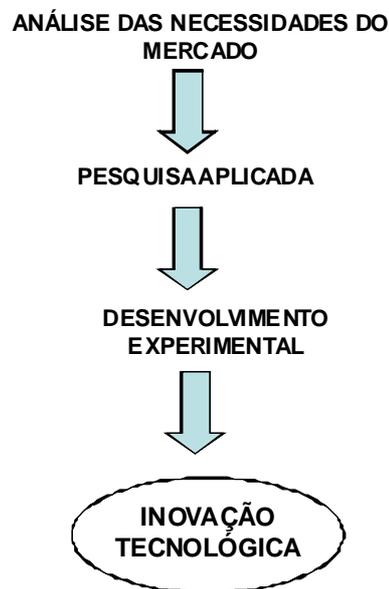
Jung, Ribeiro e Caten (2008) e Liyanage et al. (1999) listam as características do modelo de gestão de P&D de segunda geração: estratégia orientada para o mercado, projetos objetivos, melhores métodos de avaliação de projetos e exigência de qualidade de projeto.

Roussel et al. (1992) avaliam que, no modelo de segunda geração de gestão de P&D, ocorre uma transição do estilo intuitivo da primeira geração e o estilo mais objetivo e com um propósito bem definido da terceira geração. Nessa segunda geração, os gestores estabelecem o início de um quadro estratégico para P&D e procuram melhorar a comunicação entre a área de negócios e a gerência de P&D, fazendo com que uma área de negócios ou a corporação seja um “cliente externo”.

Já Irvine e Martin (1984), Liyanage (1999), Mowery e Rosenberg (1979) e Reis (2008) classificam esse modelo de gestão de P&D de segunda geração como alternativo, pois leva em consideração a demanda e necessidade do mercado para

se investir em P&D, mais do que a disponibilidade de conhecimentos científicos. Ou seja, o mercado estimula e define o desenvolvimento de projetos, reduzindo a autonomia do pesquisador/inventor. O objetivo principal desse modelo é a inovação tecnológica, conseguindo ser efetivamente realizada a inovação pela pressão do mercado, o que gera uma pesquisa aplicada com resultados testados experimentalmente até que a inovação seja realizada.

A figura 3 ilustra o modelo de gestão de P&D de segunda geração explicado acima.



**Figura 3 – Segunda Geração de P&D**  
**Fonte: REIS, 2008 (adaptação nossa).**

A terceira geração, desenvolvida ainda no início dos anos setenta e meados dos anos oitenta, enfatizou tanto a relação entre P&D e a área mercadológica quanto à combinação entre a *Technology-push* (estímulo da tecnologia) e o *market-pull* (estímulo do mercado).

O modelo de terceira geração de gestão de P&D se caracteriza pela perspectiva que a P&D é melhor gerenciada quando essa área ou atividade está relacionada às estratégias empresariais. A comunicação eficiente entre pesquisadores e gerentes é considerada necessária para integrar estratégia e

funções operacionais da organização:

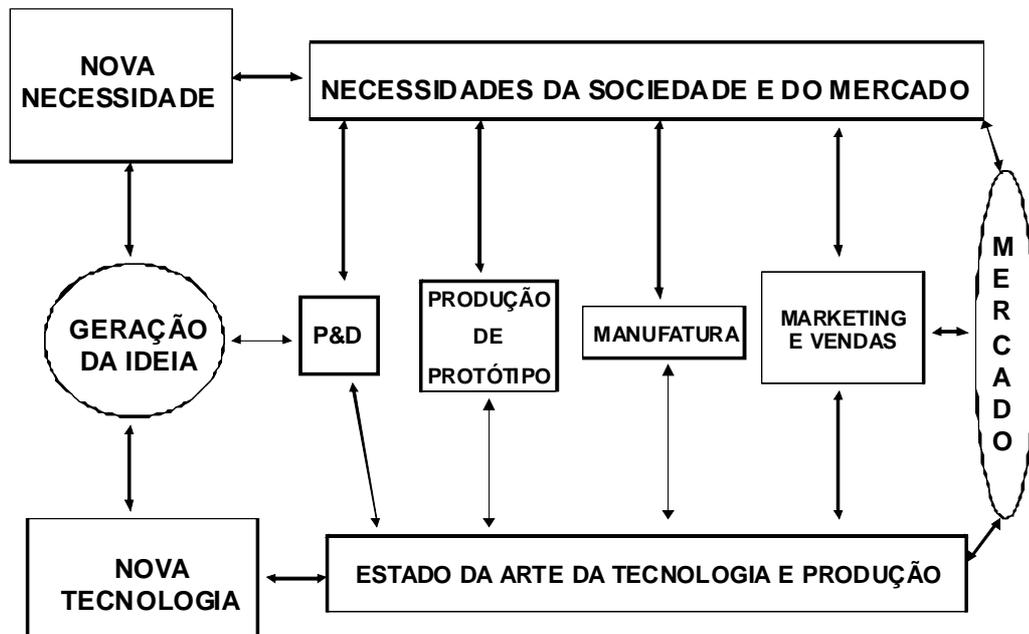
A gestão de P&D de 3ª geração possui a intenção de criar unidades de negócio entre as divisões e entre a estratégia organizacional estabelecendo o *portfólio* de P&D a partir do espírito de parceria entre gerentes gerais e gerentes de P&D (ROUSSEL et al., 1991, tradução nossa).

No modelo de terceira geração de gestão de P&D, ocorre uma ponte entre as estratégias e as operações organizacionais. Nessa fase, a definição dos projetos de P&D considera que o capital disponível para aplicação em P&D varia com a maturidade da tecnologia e os impactos na competitividade; a alocação de recursos é baseada no balanço entre a prioridade e o fator risco/recompensa; a análise da consistência das metas está relacionada com o negócio e os objetivos tecnológicos; o estabelecimento de prioridades ocorre conforme o custo/benefício e a avaliação da contribuição da P&D para os objetivos organizacionais. O processo de avaliação dos resultados passa a ser regular e conforme as necessidades de desenvolvimento interno e externo (CATEN, 2008; JUNG; RIBEIRO; ROUSSEL et al., 1992; LIYANAGE et al., 1999).

Para Burgess e Smitham (1995), esse modelo de gestão de P&D de terceira geração foi utilizado por empresas maiores, que se preocupavam com maior coordenação e controle do portfólio de P&D.

Com base em padrões de atuação, relacionamentos internos e externos, criteriosa organização e distribuição de recursos financeiros, Roussel *et al.* (1991) caracteriza ainda o modelo de terceira geração de gestão de P&D pela alta integração entre a área de P&D e as outras áreas da empresa. As decisões quanto à alocação de recursos são tomadas em conjunto. A P&D é colocada no contexto dos negócios e o portfólio de projetos de P&D resulta de um balanceamento entre atividades de alto risco, que podem oferecer importantes resultados comerciais a longo prazo, com atividades de baixo risco, que representam um potencial de resultados comerciais mais modestos a curto prazo. Segundo esses autores, os recursos são alocados considerando as necessidades de curto, médio e longo prazo. A atividade pode ser realizada dentro ou fora da empresa, dependendo das habilidades necessárias e dos recursos disponíveis. Há uma maior integração da P&D com o marketing, e se inicia algum contato com os clientes. A avaliação dos projetos é feita sempre que os eventos tecnológicos ou de mercado exigirem.

A figura 4 ilustra o modelo de gestão de P&D de terceira geração, em que as necessidades do mercado e a proposta de geração de uma nova ideia de um produto integram a área de P&D com as outras áreas da organização. Isto, para que o ciclo se complete, ou seja, é necessário que haja a produção de um protótipo para análise da viabilidade de manufatura e comercialização.



**Figura 4 – Terceira Geração de P&D**  
 Fonte: ROTHWELL, 1994 (adaptação nossa).

Miller e Morris citado por LIYANAGE et al. (1999) aproveitam a sequência descrita na obra de Roussel et al. (1992), criando uma nova divisão para o P&D, que chamaram de Gestão de P&D de Quarta Geração. Esta se diferencia da anterior por sua abordagem inovadora. Para os autores:

A nova prática da Quarta Geração possibilita inovação contínua e descontínua, as quais são mandatárias para lidar com aceleradas mudanças que agora invadem o mercado (MILLER; MORRIS, apud LIYANAGE et al., 1999).

Miller e Morris (apud LIYANAGE et al., 1999) propõem basicamente um modelo de inovação baseada na quebra de paradigmas e na fusão de novas tecnologias. Para tanto, defendem que novos conhecimentos e uma nova arquitetura organizacional são necessários.

Além disso, a quarta geração de P&D vigente durante a primeira metade dos anos oitenta e início dos anos noventa caracterizou-se pela integração funcional com o desenvolvimento da inovação no âmbito interno da organização e com o auxílio de colaboração externa.

Salter e Martin (2001), ao identificarem a quarta geração de gestão de P&D, complementam as características apontadas por Miller e Morris (1999 citado em LIYANAGE et al., 1999), descritas anteriormente, e acrescentam características de foco e interação com o cliente, gestão da inovação e do conhecimento, equilíbrio entre objetivos de curto, médio e longo prazo. Liyanage, Greenfiel e Don (1999) vão além de Salter e Martin (2001) e Miller e Morris (apud LIYANAGE et al., 1999), apontando que a quarta geração de gestão de P&D está centrada em três requisitos principais: a criatividade, o uso e fortalecimento de redes de relacionamento, e a exploração do conhecimento. A criatividade resulta na manifestação de novas ideias e em inovações radicais, evita a inércia da pesquisa e previne que o conhecimento não seja interrompido, ou seja, incentiva a busca constante de conhecimentos. Na gestão do conhecimento interno, gerenciar estimulando a criatividade é considerada a condição mais importante para a competitividade do negócio e melhorias da tecnologia (ROOME, 1994).

Assim, na visão desses autores, as relações externas, por meio de redes, dinamizam a criação de conhecimento e determinam o ritmo e a direção da inovação. O modelo prevê a participação de vários grupos de interesse (*stakeholders*) na pesquisa, produção, inovação e comercialização de tecnologia (ARNOLD; GUY, 1986; DODGSON, 1992; DUMAINE, 1989; HASKLISCH et al., 1986; ROTHWEL, 1991).

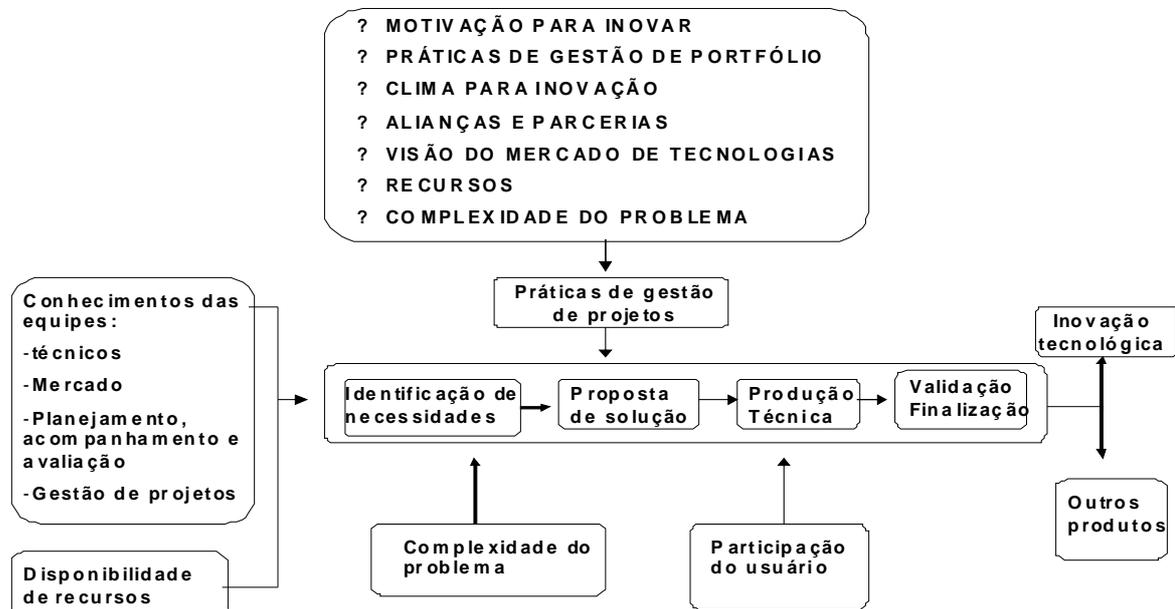
Para Coutinho (2004), o ideal é que se incluísse não somente fornecedores e clientes e, sim, toda a cadeia produtiva, ou seja, deveriam participar da busca por inovações os fornecedores dos fornecedores e os clientes dos clientes. Caberia às empresas selecionar a(s) cadeia(s) de maior valor estratégico para seus negócios e, nestas, identificar os principais agentes de inovação.

Liyanage, Greenfield e Don (1999) sintetizam as características do modelo de quarta geração de gestão de P&D em: gestão estratégica do conhecimento interno da organização conjugado com fontes externas; existência de sistema ativo de informações e de comunicação; existência de redes e relações; interação para a gestão do fluxo de informações e integração entre pesquisa, produção e inovação.

A gestão de conhecimentos por meio de redes é parte essencial da quarta geração de gestão de P&D. De acordo com Bessant (1991), Contractor e Lorange (1988), Docter e Stokman (1987), Dodgson (1993), Hagedoorn (1990), Peters e Waterman (1982) e Rothwell (1991), o crescimento de redes e alianças estratégicas, muitas vezes com o apoio do governo, incentivam não só as grandes empresas, como também as pequenas a investirem em P&D.

O modelo de quarta geração de gestão de P&D também enfatiza a necessidade de aplicação e transferência de conhecimentos para além das fronteiras institucionais, preconizando que a transição de um ambiente de pesquisa para um ambiente de produção requer um processo de aprendizagem organizacional específico.

A partir da análise dos elementos que constituíram a gestão de P&D em diferentes épocas, o modelo de inovação proposto por Liyanage et al. (1999) integra várias premissas e propostas das práticas de P&D anteriores. A FIG. 5 apresenta um modelo de inovação, segundo Liyanage et al. (1999).



**Figura 5: Modelo de Inovação Tecnológica em Organizações de P&D**  
 Fonte: LIYANAGE et al., 1999.

De acordo com o modelo de Liyanage et al. (1999), ilustrado pela figura 5, para realização dos projetos, os principais insumos são constituídos por conhecimento das equipes de pesquisa, nas várias disciplinas envolvidas na solução

do problema que o projeto busca alcançar; criatividade dessas equipes e dos técnicos envolvidos no projeto, seja na formulação de soluções para o problema com que lida o projeto, seja na condução metodológica do mesmo; recursos materiais e financeiros específicos para o projeto; conhecimento sobre demandas tecnológicas do mercado. O planejamento, acompanhamento e avaliação da gestão dos projetos são fatores que contribuem para uma gestão eficiente de projetos de P&D.

O modelo de inovação proposto por Liyanage et al. (1999), bem como o Manual da Agência Nacional de Energia Elétrica (2008) concordam que, dependendo da incerteza dos resultados de um projeto e do grau de conhecimento necessário para sua realização, a etapa inicial envolve muitas reformulações no planejamento inicial e a criação de alternativas tecnológicas intermediárias.

Verifica-se, na FIG. 5, que o processo de P&D inicia-se pela identificação de uma necessidade ou de uma demanda tecnológica. Nessa etapa, os pesquisadores interessados no problema identificado começam a se articular e a discutir uma possível proposta de solução para o problema de pesquisa identificado na etapa anterior. Isto significa que corresponde àquela em que o pesquisador ou grupo interessado na proposta (e, provavelmente, responsável por sua elaboração) vai apresentar argumentos para convencer pares, gerentes e potenciais parceiros para a adequação da proposta apresentada, diante das demandas dos clientes.

O modelo proposto por Liyanage et al. (1999), bem como o preconizado pelo Manual da Agência Nacional de Energia Elétrica (2008), ilustrado pela FIG. 5, considera importantes, na etapa inicial de um projeto de P&D, fatores relacionados com o conhecimento, motivação e criatividade das equipes. Esses autores também acreditam serem de suma importância as práticas de gestão de projetos (desdobramento das tarefas, integração entre membros, coordenação de diferentes equipes, estratégias de execução das tarefas, e outras) e disponibilidade de recursos como informação, equipamentos, materiais, capital.

A figura 5 mostra que as características associadas às equipes de pesquisa (conhecimentos de diversas naturezas, por exemplo, ligadas à gestão de projetos) e recursos (materiais e financeiros) são consideradas como insumos para o processo de pesquisa e desenvolvimento. Tais insumos, em conjunto com a identificação de necessidades, desencadeiam o processo de inovação. Esse processo, por sua vez, é influenciado por práticas de gestão (projetos) e por características do contexto do

sistema de inovação, tais como existência ou não de clima para inovação, de parcerias, de noção clara ou não da complexidade do problema, entre outros.

A outra etapa do processo (produção técnica) no modelo de Liyanage (1999) corresponde à produção do protótipo. Aqui têm lugar todas as ações destinadas a transformar as ideias criativas, da proposta original, em um produto pronto para ser submetido a testes e validação. Nessa etapa, as ideias amplamente esboçadas, na proposta original, são desdobradas, sucessivamente, em outras ideias ou conceitos criativos (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2008).

A figura 5 retrata o modelo de inovação proposto por Liyanage et al. (1999), onde o teste, validação e finalização do protótipo desenvolvido na produção técnica tem como objetivo verificar seu atendimento às necessidades dos clientes e consiste na última etapa do processo. Aqui, são realizados testes de qualidade do protótipo obtido. Estes vão envolver desde análises de laboratório, do produto semi-acabado, até testes de uso direto, por uma amostragem de clientes. Nessa etapa, são determinantes: conhecimento de clientes e suas demandas, para estabelecimento de escopo dos testes; seleção dos testes apropriados; recursos, incluindo tempo, para realização dos testes indicados para cada caso; e seleção de clientes para participação no teste, quando necessário.

Os produtos do processo de inovação se constituem em uma inovação tecnológica pronta para integração em sistemas produtivos relacionados. No entanto, como apresentado na figura 5, existem outros subprodutos desse processo. São outras tecnologias ou conhecimentos, gerados ao longo do processo de inovação, mas que não se constituíam em objetivos a alcançar, inicialmente, por esse processo.

Porém, o produto tecnológico gerado deve ser entregue para transferência. Essa etapa pode variar, de acordo com as características do próprio produto desenvolvido (por exemplo, é produto patenteável ou passível de proteção?), com as características do mercado onde o produto será consumido (já existem empresas que possam comercializar o produto?), e com a capacidade de articulação local com organizações que devem entregar o produto ao consumidor final (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2008).

Todas as etapas do processo de inovação são influenciadas pela capacidade das equipes na formação de sistemas de conhecimento e informação (SALOMON; ENGEL, 1997). Tais sistemas (de natureza frequentemente informal) são

constituídos por um conjunto conectado de atores – indivíduos, organizações, instituições e redes –, que emergem espontaneamente, na busca por inovação. Esses sistemas correspondem ao que Von Krogh et al. (2000) denominam “manejo de interação social” e se desenvolvem independentemente da forma de organização do trabalho de pesquisa. Na verdade, é por meio dessas redes de interação social que a inovação avança, seja o projeto organizado a partir de uma equipe isolada, em uma mesma unidade, ou a partir da cooperação de diferentes equipes, em diversos centros de investigação (pesquisa em rede).

Renaut et al. (2007) e Liyanage et al. (1999) defendem que, ao se esboçar um sistema de inovação em uma organização de P&D, o objetivo primordial é a produção continuada de inovação tecnológica, com qualidade técnica e capacidade de atendimento às demandas dos clientes. Essa produção é operacionalizada por meio da execução de projetos de pesquisa, os quais transformam uma ideia criativa em um produto com atributos desejados para a solução das demandas.

Por fim, a Gestão de P&D de quinta geração, com início nos anos noventa, segundo Rothwell (1991, 1992), é compreendida como um modelo multi-institucional de integração para a inovação e estratégia empresarial, incluindo a participação de clientes, integração estratégica com os fornecedores primários, e fortes encadeamentos horizontais.

O modelo de gestão de P&D de quinta geração prevê a velocidade de mudanças que impacta no fluxo das inovações e a necessidade de adaptação aos produtos, clientes, fornecedores e sua integração com a inovação. (ROTHWELL, 1994). Esse modelo possui elementos estratégicos que dizem respeito à estratégia relacionada com o tempo, ou seja, quanto mais rápido um produto for lançado no mercado, maior será considerada a eficiência no desenvolvimento do produto. Ser o primeiro com um novo produto no mercado e um novo modelo que oferece benefícios econômicos para os consumidores representam vantagem competitiva, favorecendo e aumentando a satisfação dos clientes (REINER, 1989). Rudolph (1989) e Crawford (1992), por outro lado, esclarecem que empresas que não acompanham essa velocidade do mercado sofrem diversas penalidades principalmente no que tange a produtos tecnológicos em permanente processo de desenvolvimento e aperfeiçoamento.

Além disso, esse modelo caracterizado como gestão de P&D de quinta geração prioriza fatores relacionados com a qualidade em relação ao preço.

Também enfatiza a flexibilidade corporativa e responsabilidade; estratégia empresarial direcionada ao atendimento dos clientes; estratégia de integração com fornecedores; estratégia empresarial privilegiando a colaboração tecnológica horizontal; política de qualidade total e uso de processamento de dados eletrônicos.

Vários autores (GRAVES, 1989; GUPTA; MANSFIELD, 1988; WILEMAN, 1990) explicam que existe uma relação entre o tempo e o custo do desenvolvimento de um produto e sua colocação no mercado.

As principais características dos cinco modelos de gestão de P&D explicados anteriormente são descritos resumidamente no QUADRO 2.

### CARACTERÍSTICAS DAS GERAÇÕES DE P&D

(continua)

GERAÇÕES	CARACTERÍSTICAS	PERÍODO	AUTORES
1 <sup>a</sup>	Gerência de P&D: área isolada, autonomia na seleção e condução das pesquisas. Estratégia <i>science push</i> : estímulo à ciência, privilégio para pesquisas e criação de conhecimento científico (pesquisadores individuais). Gerência Geral: pouca participação com P&D. Ausência de planejamento estratégico.	1950 até metade de 1960	Lichtenthaler (2003); Lyianage et al. (1999); Rothwell (1991,1994); Roussel et al. (1992,1999).
2 <sup>a</sup>	Qualidade dos projetos. Início de um quadro estratégico de P&D. Estratégia <i>market push</i> : orientada para o mercado com resultados econômicos. Projetos objetivos e melhores métodos de avaliação dos projetos. Melhor comunicação entre gerentes de pesquisas e gerentes gerais. Seleção dos projetos com propósitos e objetivos definidos com período específico.	Metade de 1960 até início de 1970	Irvine, Martin (1984); Jung, Ribeiro, Caten (2008); Lyianage et al. (1999); Mowery, Rosenberg (1979); Reis(2008); Rothwell (1991); Roussel et al. (1991,1992).
3 <sup>a</sup>	Melhor gerenciamento de P&D; comunicação eficiente; integração da estratégia empresarial com as funções operacionais da organização; avaliação dos resultados de P&D; maior coordenação e controle de portfólios de P&D.	Início de 1970 até metade de 1980	Burgess,Smitham (1995); Jung,Ribeiro,Caten (2008); Lyianage et al. (1999); Roussel et al. (1991,1992).

(conclusão)

GERAÇÕES	CARACTERÍSTICAS	PERÍODO	AUTORES
4 <sup>a</sup>	Inovação contínua; integração funcional; interação com o cliente; criatividade; fortalecimento de redes de relacionamento; exploração do conhecimento; ampliação e transferência de conhecimentos.	Metade de 1980 até início de 1990	Arnold, Guy ( 1986); Bessan (1991); Contractor, Lorange (1988); Coutinho (2004); Docter, Stokman (1987); Dodgson (1993); Dumanine (1989); Hagedoorn (1990); Haklisch et al. (1986); Lyianage et al. (1999); Miller, Morris (1999); Peters, Waterman (1982); Roome (1994); Rothwell (1991); Rothwell, Dogson (1992); Roussel et al. (1992); Salter, Martin (2001).
5 <sup>a</sup>	Modelo multi-institucional de integração para a inovação; participação de clientes; integração estratégica; qualidade; adaptação à velocidade das mudanças impactando as inovações	Início de 1990 ...	Crawford (1992); Graves (1989); Grupta, Wileman (1990); Mansfield (1988); Reiner (1989); Rothwell (1991,1992,1994); Rudolph (1989).

**Quadro 2: Características das Gerações de P&D**  
**Fonte: Elaborado pela autora.**

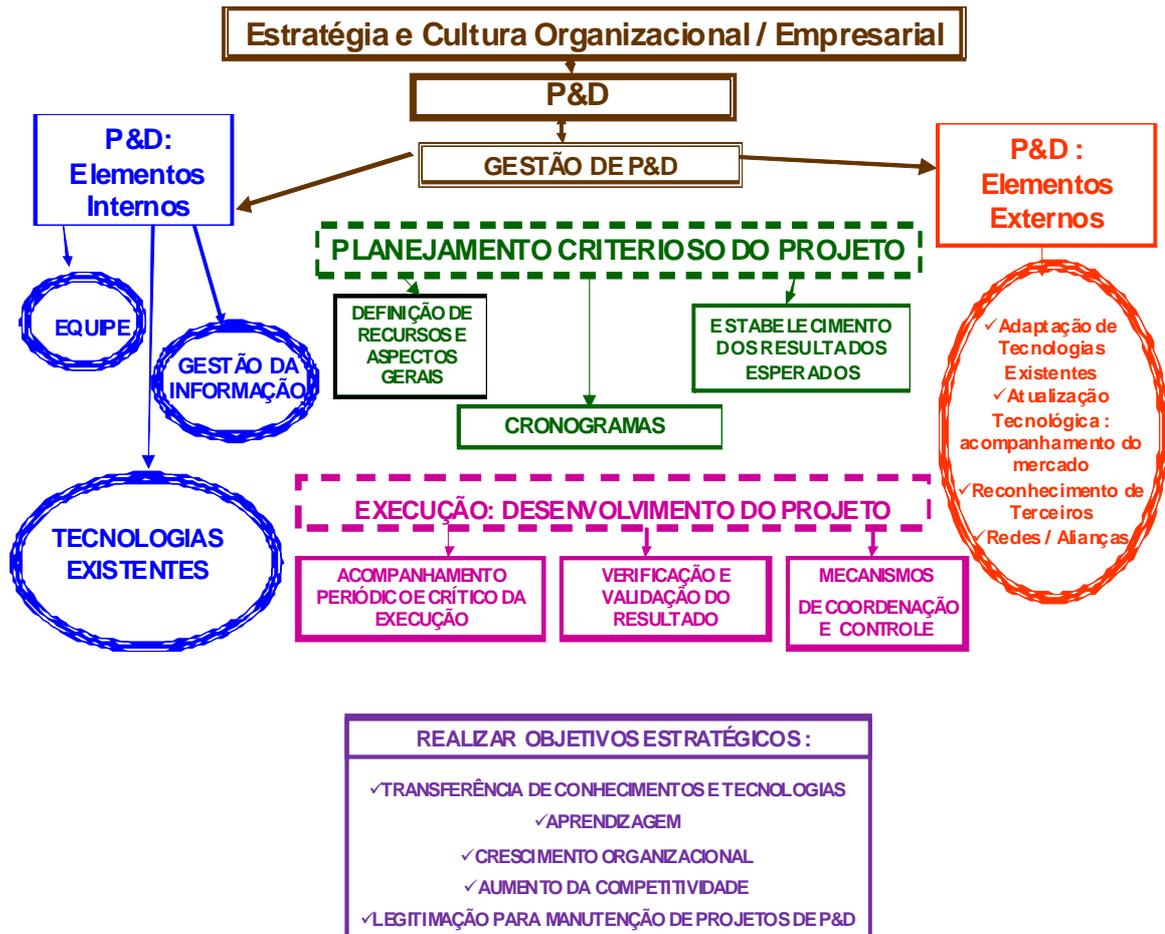
### **2.3.1 Modelo conceitual de análise dos dados**

A revisão de literatura sobre gestão de P&D permitiu constatar que houve uma evolução no modelo de administração das atividades de pesquisa e desenvolvimento nas organizações. Conforme detalhado anteriormente, no início da introdução da área de P&D nas empresas, não havia preocupação da alta administração com os resultados, tampouco, controle no que diz respeito a recursos, cronograma e definição de prioridades (LICHTENTHALER, 2003; LYIANAGE et al., 1999; ROTHWELL, 1991, 1994; ROUSSEL et al., 1991, 1992).

Diversos autores, como Irvine e Martin (1984), Jung, Ribeiro e Caten (2008), Liyanage et al. (1999), Mowery e Rosenberg (1979), Reis (2008); Rothwell (1991) e Roussel et al. (1991,1992) acreditam que esse modelo pode ser classificado de “autônomo” ou “independente”, já que os pesquisadores/cientistas tinham autonomia para definir seus interesses e projetos.

Arnold e Guy (1986), Bessant (1991), Burgess e Smitham (1995), Contractor e Lorange (1988), Coutinho (2004), Crawford (1992), Docter e Stokman (1987), Dodgson (1993), Dumaine (1989), Graves (1989), Gupta e Wileman (1990), Hagedoorn (1990), Hasklisch et al. (1986), Jung, Ribeiro e Caten (2008), Liyanage et al. (1999), Mansfield (1988), Miller e Morris (1999 citado em LYIANAGE et al.), 1999), Peters e Waterman (1982), Reiner (1989), Salter e Martin (2001), Roome (1994), Rothwell e Dodgson (1992), Rothwell (1991,1992,1994), Rousseal et al. (1991,1992) e Rudolph (1989) explicam que os modelos de gestão de P&D evoluíram ao longo do tempo e à medida em que o investimento em atividades dessa natureza representava recurso caro para as organizações. Neste sentido, aquelas organizações que possuíam setor de pesquisa e desenvolvimento passaram a adotar ações para acompanhar e controlar melhor os resultados, bem como estabelecer relações com outras instituições, com o objetivo de compartilhar e obter competências complementares.

Desta forma, após a revisão da literatura e análise dos principais elementos que compõem a gestão de projetos de P&D, elaborou-se um modelo, para análise dos dados, que tentava contemplar a maior parte desses elementos, conforme a figura 6 a seguir.



**Figura 6: Modelo para Análise dos Dados**  
 Fonte: Elaborado pela autora.

Em linhas gerais, a literatura nos diz que as organizações que investem em P&D gerenciam o processo e os investimentos a partir de um planejamento criterioso do projeto (definição de recursos e aspectos gerais, estabelecimentos de cronograma para realização do projeto e estabelecimento dos resultados esperados). O desenvolvimento do projeto ocorre em três etapas que os autores consideram como acompanhamento periódico e crítico da execução, verificação e validação do resultado e mecanismos de coordenação e controle. (ARAOZ, 2000; COHEN; LEVINHAL, 1989; HASEGAWA; FURTADO, 2006; JUNG; RIBEIRO; CATEN, 2008; LIYANAGE et al., 1999; e outros).

Além disso, segundo alguns pesquisadores da área, a gestão de projetos de P&D deve considerar a qualificação da equipe e de seu coordenador.

Adicionalmente, devem ser consideradas e valorizadas as parcerias com outras instituições, de forma a realizar os objetivos estratégicos e aumentar a competitividade de maneira mais eficiente. Battele (2001), Freitas et al. (1996),

Kaymakçalan (2000), Pereira (2000), Siqueira (2000), Terra e Gordon (2002) e outros autores acreditam que o aprendizado advindo das alianças e redes tornam a realização dos projetos de P&D bem sucedidos, à medida que se faz uso da troca dos conhecimentos entre organizações.

Govindarajan e Trimble (2006) e Hayami e Ruttan (1998) concluem que é de extrema importância o monitoramento das tecnologias existentes para o alcance de inovações, principalmente no que tange à adaptação das tecnologias existentes em novas tecnologias, aprimorando e aperfeiçoando o que já existe no mercado, transformando-os em novos produtos, processos e metodologias.

A gestão da informação prioriza os conhecimentos e competências existentes na empresa e, de acordo com Roussel et al. (1991), podem-se reduzir custos e adaptar processos, podendo gerar novos produtos, sendo uma estratégia que deve ser utilizada para otimização dos processos.

Hasegawa e Furtado (2006) e Cohen e Levinthal (1989) acreditam que a legitimação para manutenção de projetos de P&D ultrapassa fronteiras quando se trata de objetivos alcançados. Ou seja, indiferente de se atingir o objetivo proposto pelo P&D em questão, a capacitação dos envolvidos e conhecimentos gerados podem ser aplicados em outras atividades e até mesmo em outros P&Ds, justificando a continuação dos investimentos em projetos de P&D.

O gerenciamento do P&D deve englobar mecanismos de coordenação e controle, que, de acordo com Souza (2006), Lima (1999) e Maximiliano (1997), facilitam a gestão, agilizando os processos e diminuindo eventuais problemas que podem ocorrer durante um projeto de P&D.

Ou seja, o modelo proposto para a análise dos dados procurou contemplar grande parte dos elementos necessários para uma gestão de P&D considerada eficiente.

No próximo capítulo, iremos descrever e analisar os dados coletados em nossa pesquisa.

### **3 METODOLOGIA**

Neste capítulo, é apresentada a metodologia que foi utilizada para realizar a pesquisa.

Conforme mencionado na introdução, tínhamos por objetivo identificar os resultados dos projetos de P&D, atualizando o trabalho de Carvalho (2008), desenvolvidos pela concessionária de energia elétrica CEMIG, após a instituição da obrigatoriedade de destinação de recursos à pesquisa. Para isso, foi realizada, inicialmente, reunião com os gerentes da Superintendência de Tecnologia e Alternativas Energéticas da CEMIG, quando foi mapeada a população do nosso estudo com os projetos iniciados em 2006 e finalizados até fevereiro de 2008. Foram obtidas informações sobre as características técnicas dos projetos, principais produtos, publicações, capacitações realizadas, entre outros itens.

Além disso, tinha-se o objetivo de analisar a gestão dos projetos de P&D, identificando os mecanismos de coordenação e controle, além de analisá-los em profundidade. Para cumprir este objetivo, foi sugerido, pelos gerentes da CEMIG, estudo aprofundado de seis projetos de P&D, a partir da pré-seleção de 22 projetos, cujos resultados, em princípio, apresentaram maior interesse para industrialização. Sendo assim, os projetos de P&D analisados em profundidade foram: P&D 003, P&D 006, P&D 023, P&D 051, P&D 084 e P&D 110.

#### **3.1 O método de pesquisa**

Este trabalho caracteriza-se como um estudo de caso. Segundo Godoy (1995, p. 25), “o estudo de caso se caracteriza como um tipo de pesquisa cujo objeto é uma unidade que se analisa profundamente. Visa ao exame detalhado de um ambiente, de uma dada unidade social”.

O estudo de caso na concepção de Yin (2005) é uma das muitas maneiras de se fazer pesquisa, pois consiste em um estudo profundo e detalhado, de modo a permitir o amplo conhecimento da realidade estudada. Pode ser feito através de

levantamentos, pesquisas históricas e análise de informações em arquivos, experimentos e outros, de acordo com a realidade da pesquisa.

O estudo de caso analisa profunda e intensivamente uma situação específica de um ambiente, de um sujeito ou de qualquer situação em particular, “buscando respostas sobre “como” e “por que” da ocorrência de certos fenômenos” (GODOY, 1995) ou procurando estudar o próprio fenômeno dentro de algum contexto. Seu estudo profundo e exaustivo permite o conhecimento amplo e detalhado de um ou poucos objetos.

O estudo de caso pode ser utilizado com o objetivo de descrever, testar teorias ou desenvolver teorias (CAMPOMAR, 1991). Conforme destacou Martins (2006), o aspecto versátil desse método de pesquisa permite a realização de estudos exploratórios, descritivos ou essencialmente práticos. Segundo esses autores, o estudo de caso se diferencia dos outros tipos de pesquisas qualitativas por ser uma descrição e análise intensivas do caso, proporcionando *insights* que podem ser tomados como hipóteses úteis para futuras pesquisas sobre o tema.

As três características fundamentais do estudo de caso são: intensidade, oportunidade e emprego de procedimentos heterodoxos de análise. A intensidade compreende a profundidade e a amplitude do estudo, ou seja, a necessidade de cobrir todos os aspectos do fenômeno estudado, para se obter uma completa compreensão do mesmo (GREENWOOD, 1973).

Alguns autores, como Maximiano e Sbragia (1980), sugerem técnicas para o sucesso da organização e condução do trabalho de pesquisa por meio do método do estudo de caso. Propõe-se a condução do trabalho em seis etapas, a saber: determinação e definição das questões a serem pesquisadas; seleção dos casos e determinação das técnicas de coleta e análise de dados; preparação da coleta dos dados; trabalho de campo: coleta de dados; avaliação e análise dos dados e elaboração do relatório.

Sendo assim, a pesquisa centrou-se na Companhia Energética de Minas Gerais – CEMIG, que é uma concessionária de energia elétrica, regulamentada pela ANEEL e que participa do programa de P&D aprovado pela Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000 (BRASIL, 2000), onde são destinados percentuais para investimentos em projetos de pesquisa. Por meio do convênio com a PUC MG, foi possível a realização deste trabalho.

A pesquisa realizada na CEMIG foi de natureza qualitativa, que, segundo Richardson (1999):

[...] pode ser caracterizada como a tentativa de uma compreensão detalhada dos significados e características situacionais apresentadas pelos entrevistados, em lugar da produção de medidas quantitativas de características ou comportamentos (RICHARDSON, 1999, p. 90).

Buttenbender (2005), Kruglianskas (1989), Rosal e Figueiredo (2006) Takahschi e Sacomano (2002) e Wallender (1979) utilizaram metodologias qualitativas e estudos de casos em suas pesquisas realizadas no setor elétrico, setor farmacêutico e em projetos de P&D, por se tratarem de pesquisas exploratórias, onde emergem aspectos subjetivos e atingem motivações não explícitas, ou mesmo conscientes, de maneira espontânea. Desta forma, os autores buscaram, em suas pesquisas, percepções e entendimento sobre a natureza geral de uma questão, abrindo espaço para interpretação.

Para Filstead (1970), uma metodologia qualitativa refere-se àquelas estratégias que propiciam ao pesquisador “chegar perto dos dados”, desenvolvendo os componentes analíticos, conceituais e categóricos de explicação a partir dos próprios dados.

A pesquisa de natureza qualitativa costuma ser direcionada, ao longo de seu desenvolvimento e, além disso, não busca enumerar ou medir eventos e, geralmente, não se utiliza de instrumental estatístico para análise dos dados. Seu foco de interesse é amplo e parte de uma perspectiva diferenciada daquela adotada pelos métodos quantitativos (NEVES, 1996). Segundo esse autor, da pesquisa qualitativa, faz parte a obtenção de dados descritivos, mediante contato direto e interativo do pesquisador com a situação objeto de estudo. Nas pesquisas qualitativas, é frequente que o pesquisador procure entender os fenômenos e processos pela perspectiva dos participantes da situação estudada e, a partir daí, elabore sua interpretação.

Assim, procurou-se entender a gestão dos projetos de P&D da CEMIG, a partir de entrevistas com os gerentes dos projetos de P&D pré-selecionados, conforme mencionado anteriormente. Os dados coletados desta pesquisa buscaram identificar características da gestão dos projetos de P&D na visão dos entrevistados,

conforme sugere autores como Blake (1978); D'alkaine (1992); Earto (2000); Neves (1996), e outros.

### **3.2 A técnica de coleta de dados**

O contato prévio entre a CEMIG e a autora foi feito de forma simples e direto, pois o pesquisador pôde ter acesso às informações necessárias e aos gerentes envolvidos, facilitando o trabalho. Desta forma, o acesso ao local e aos documentos necessários para a pesquisa ajudou de forma significativa na coleta e análise dos dados.

Como estratégia de coleta de dados, utilizamos de análise documental, questionários e entrevistas com gerentes dos projetos e da área de gestão de tecnologia da CEMIG.

Primeiramente, a coleta de dados foi realizada por meio de pesquisa documental, na qual foram utilizados documentos legislativos e regulatórios do Setor Elétrico, Manual da ANEEL para o desenvolvimento de pesquisas, além de documentos dos projetos gerados no período entre 2000 a 2005 e finalizados até fevereiro de 2008 pela CEMIG. A pesquisa documental incluiu aprofundamento sobre a empresa CEMIG e o programa de P&D da ANEEL, mencionado anteriormente. Tal procedimento foi feito por meio de livros, artigos, mídia impressa e eletrônica e resumos dos projetos de P&D da CEMIG.

Para a identificação dos projetos, resultados, número de patentes, dentre outros, foram utilizados os resumos dos projetos de P&D da CEMIG, iniciados no período compreendido entre 2000 a 2005 e finalizados até fevereiro de 2008, disponíveis na CEMIG. Os resumos também estão disponíveis ao público na página eletrônica da agência reguladora. Cada resumo contém o título do projeto, seus objetivos, linha de pesquisa, entidade executora e custo total. As linhas de pesquisa dos projetos seguem classificação estabelecida pela ANEEL e são mantidas conforme a classificação original dos projetos, contida nos resumos disponibilizados.

Em seguida, foi elaborado um questionário, conforme consta no apêndice deste trabalho, onde conseguimos completar dados faltantes dos projetos de P&D iniciados no período compreendido entre 2000 a 2005 e finalizados até fevereiro de

2008. Esse questionário foi respondido por telefone pelos gerentes dos projetos de P&D. Nesta etapa, enfrentamos algumas dificuldades, pois muitas vezes não conseguíamos localizar o gerente do projeto, o que dificultava o trabalho, pois exigia novas tentativas. Sendo assim, em alguns casos, o questionário foi enviado por email para que os gerentes respondessem, mas também encontramos obstáculo, visto que 19 questionários ficaram sem respostas. No total, conseguimos completar 63 questionários de 82 enviados, onde obtivemos informações relevantes para o nosso estudo, tais como esclarecimentos referentes à construção de laboratório com recursos do projeto; se o projeto resultou em algum invento e, em caso positivo, em que estágio de desenvolvimento (protótipo, piloto industrial ou cabeça de série) se encontrava a invenção; se alguma patente ou modelo de utilidade foi requerido; se foi desenvolvido algum procedimento, processo, sistema computacional (*software*), conceitos, teorias ou metodologia; se o projeto resultou em dissertações de Mestrado ou teses de Doutorado; dentre outros resultados que pudessem ter sido obtidos com o desenvolvimento do projeto.

Dando continuidade ao detalhamento da estratégia de coleta de dados, as entrevistas dirigidas aos gerentes de projetos de P&D da CEMIG serão explicadas no próximo tópico.

### **3.2.1 Entrevistas**

As entrevistas foram realizadas a partir de um roteiro semiestruturado, a partir dos projetos identificados pela Superintendência de Tecnologia e Alternativas Energéticas da CEMIG com potencial de industrialização. Questões surgiram e foram incorporadas ao longo do trabalho em função da adequação à investigação em curso, para um melhor aproveitamento dos dados coletados, conforme preconizado por Neves (1996).

As entrevistas foram realizadas com os seis gerentes dos Projetos de P&D pré-selecionados, conforme já mencionado e proporcionaram informações referentes à gestão de projetos de P&D da CEMIG, tais como: a origem do projeto de pesquisa em questão; seleção dos parceiros; interação entre os executores do projeto e o gerente CEMIG durante o desenvolvimento do projeto; acompanhamento

da evolução do mercado e da tecnologia ao longo do projeto; principais resultados do projeto; e seu interesse potencial para a indústria e para as operações da CEMIG; solicitação ou não de proteção da propriedade intelectual; absorção dos resultados pela CEMIG, ou para a indústria; as principais dificuldades e facilidades encontradas na valorização industrial/absorção dos resultados do projeto; os ganhos obtidos pela CEMIG; os ganhos para o setor acadêmico e para o empresarial; as sugestões de modificações no gerenciamento dos projetos CEMIG/ANEEL. O guia de entrevista utilizado se encontra no apêndice deste trabalho.

Primeiramente, entramos em contato via telefone com os gerentes dos P&D 003, P&D 006, P&D 023, P&D 051, P&D 084 e P&D 110, quando informamos sobre o convênio entre a PUC Minas e a CEMIG, bem como da necessidade de um contato pessoal para maiores informações sobre o P&D gerenciado por eles. Após o agendamento da entrevista, e já com o roteiro em mãos, fomos a campo para a coleta das informações. As entrevistas foram muito proveitosas e os gerentes muito prestativos quanto às informações solicitadas. Porém, algumas informações não foram obtidas com precisão, pois, em alguns casos, por já terem terminado o projeto há algum tempo, eles não se lembravam de alguns detalhes. As entrevistas foram gravadas com consentimento dos entrevistados para sua posterior transcrição.

O relato das entrevistas presenciais com os gerentes dos projetos selecionados foi enviado para os entrevistados para apreciação e acréscimo de informações.

O gerente dos projetos 006, 84 e 110 foi entrevistado duas vezes para obtermos um relato mais detalhado dos projetos, dos mecanismos de gestão e resultados em termos de oferta tecnológica, visto que, após a transcrição, verificamos a necessidade de aprofundarmos algumas questões e sanarmos algumas dúvidas.

### **3.3 Estratégia de análise dos P&D pesquisados**

A organização das características das atividades de P&D e a gestão dos projetos gerados entre 2000 e 2005 e finalizados até fevereiro de 2008 foram primordiais para a análise dos resultados, pois considerou os elementos

identificados na literatura e compilados na figura do modelo conceitual, constante da página 60.

O processo para análise dos seis projetos de P&D estudados em profundidade seguiu a seguinte ordem: contato com os gerentes do projeto, agendamento da entrevista, transcrição das entrevistas que foram gravadas, digitação dos relatos dos projetos de P&D, onde procuramos verificar as semelhanças dos mesmos quanto aos quesitos que a literatura ressalta como importantes para a gestão dos projetos de P&D. Foi elaborado o relato dos projetos de P&D para melhor compreensão do P&D como um todo, conforme consta no item 4.4, página 86. Analisamos os projetos de P&D tomando como referência o modelo conceitual de análise dos dados (item 2.3.1, p. 59). Procuramos analisar os seis projetos de P&D a partir do modelo teórico elaborado, para apontarmos as características da gestão dos projetos.

Para facilitar o processo, foi construído um quadro com as variáveis do modelo teórico. A partir dos relatos dos seis projetos de P&D, identificamos as características de gestão dos mesmos. O QUADRO 3 a seguir representa o modelo utilizado para subsidiar a análise da gestão dos projetos de P&D.

### ELEMENTOS PARA ANÁLISE DA GESTÃO DOS PROJETOS DE P&D

(continua)

GESTÃO DE P&D			PROJETOS DE P&D					
DIMENSÕES	ELEMENTOS	CARACTERÍSTICAS	3	6	23	51	84	110
Planejamento Criterioso do Projeto	DEFINIÇÃO DE RECURSOS E ASPECTOS GERAIS	ASPECTOS CONTRATUAIS						
		DEFINIÇÃO DE RECURSOS						
		DEFINIÇÃO DO OBJETIVO						
	CRONOGRAMAS	ESTABELECIMENTO DE UM CRONOGRAMA						
	RESULTADOS ESPERADOS	ESTABELECIMENTO DOS RESULTADOS ESPERADOS						
Execução e Desenvolvimento do Projeto	ACOMPANHAMENTO PERIÓDICO E CRÍTICO DA EXECUÇÃO	COM OS PARCEIROS: REUNIÕES, EMAILS, TELEFONEMAS						
		COM O PROPONENTE (NO CASO, ANEEL)						
	MECANISMOS DE COORDENAÇÃO E CONTROLE	ALTERNATIVAS PARA IMPREVISTOS NO DESENVOLVIMENTO DO PROJETO						
		PROTEÇÃO DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL						
	VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO	CAPACITAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE PESQUISADORES						
		AUMENTO DA CAPACIDADE DE APRENDIZADO DA EMPRESA						
		GERAÇÃO DE NOVOS PRODUTOS E PROCESSOS						
	DOS RESULTADOS	PRODUÇÃO DE CONHECIMENTO CIENTÍFICO						
		VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS ATINGIDOS						

(conclusão)

<b>GESTÃO DE P&amp;D</b>			<b>PROJETOS DE P&amp;D</b>					
<b>DIMENSÕES</b>	<b>ELEMENTOS</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>23</b>	<b>51</b>	<b>84</b>	<b>110</b>
<b>P&amp;D:</b> <b>Elementos Internos</b>	<b>EQUIPE</b>	VISÃO DO GESTOR - GERENCIAMENTO DO PROJETO						
		CAPACITAÇÃO E INTERAÇÃO DA EQUIPE						
		COMPROMETIMENTO DAS ÁREAS FUNCIONAIS						
		PERFIL DO GESTOR: INTERESSE COM O PROJETO						
	<b>GESTÃO DA INFORMAÇÃO</b>	TRANSFERÊNCIA DE CONHECIMENTOS INTERNOS						
		ASSIMILAÇÃO E EXPLORAÇÃO DA INFORMAÇÃO EXISTENTE						
<b>TECNOLOGIAS EXISTENTES</b>	TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIAS ENTRE SETORES DA ORGANIZAÇÃO							
<b>P&amp;D :</b> <b>Elementos Externos</b>	<b>P&amp;D:</b> <b>Elementos Externos</b>	ADAPTAÇÃO DE TECNOLOGIAS EXISTENTES						
		ATUALIZAÇÃO TECNOLÓGICA: ACOMPANHAMENTO DO MERCADO						
		RECONHECIMENTO DE TERCEIROS						
		REDES/ALIANÇAS						
<b>REALIZAR OBJETIVOS ESTRATÉGICOS</b>	<b>REALIZAR OBJETIVOS ESTRATÉGICOS</b>	TRANSFERÊNCIA DE CONHECIMENTOS						
		TRANSFERÊNCIAS DE TECNOLOGIAS						
		AUMENTO DE COMPETITIVIDADE						
		CRESCIMENTO ORGANIZACIONAL						
		LEGITIMAÇÃO PARA MANUTENÇÃO DE PROJETOS DE P&D						
		JUSTIFICATIVA DO PROJETO						
GESTÃO DA QUALIDADE: OTIMIZAR AS AÇÕES								
<b>LEGENDA:</b> <b>S = SIM                      EM BRANCO = INEXISTENTE</b>								

**Quadro 3: Elementos para Análise da Gestão dos Projetos de P&D**

Fonte: Elaborado pela autora.

O levantamento e atualização dos resultados dos projetos desenvolvidos no período entre 2000 e 2005, finalizados até fevereiro de 2008, considerou: número de produtos gerados; número de patentes registradas; número de livros publicados; número de dissertações de Mestrado e teses de Doutorado; percentual de redução nos custos em função de tecnologias desenvolvidas; quantidade de pesquisas que foram transformadas em oportunidades de negócios; número de patentes geradas; número de projetos com universidades ou centros de pesquisa e número de projetos de pesquisa desenvolvidos em parceria com a iniciativa privada. Desta forma, esses elementos foram agrupados e exibidos conforme tabela 1.

MAPEAMENTO DA OFERTA TECNOLÓGICA A PARTIR DOS 226 PROJETOS DE P&D DA CEMIG , INICIADOS ENTRE 2000 E 2005 E FINALIZADOS ATÉ FEVEREIRO DE 2008		
RESULTADOS DOS PROJETOS DE P&D		QDE
LABORATÓRIOS	PRÓPRIO	
	DE TERCEIROS	
RESULTADOS	INVENTOS	
	PROCEDIMENTOS ou METODOLOGIAS	
	SISTEMAS COMPUTACIONAIS ou <i>SOFTWARES</i>	
	CONHECIMENTO TEÓRICO (conceitos ou teorias)	
PROPRIEDADE INDUSTRIAL	PATENTES	
	MODELO DE UTILIDADE ou DESENHO INDUSTRIAL	
PUBLICAÇÕES	DISSERTAÇÕES DE MESTRADO	
	TESES DE DOUTORADO	
	ARTIGOS NACIONAIS	
	ARTIGOS INTERNACIONAIS	
	LIVROS	
Fonte : Survey telefônico e postal (internet) , pesquisa documental – DENDENA (2009)		

**Tabela 1: Elementos da Oferta Tecnológica dos Projetos de P&D da CEMIG**  
**Fonte: Elaborado pela autora.**

No próximo capítulo, apresentamos a descrição e análise dos dados.

## **4 DESCRIÇÃO DOS CASOS E ANÁLISE DOS DADOS**

Nesta seção, apresentamos a descrição e análise dos dados obtidos na pesquisa. Inicialmente, como forma de contextualizar o ambiente no qual se insere a empresa onde a pesquisa foi realizada, apresentamos, no item 4.1, o setor elétrico brasileiro, no item 4.1.1, a evolução das práticas de P&D nesse setor, descrito na Pesquisa e Desenvolvimento no Setor Elétrico Brasileiro. Em seguida, no item 4.2, encontra-se o histórico da empresa e, no item 4.3, apresentamos a oferta tecnológica da empresa, atualizando a matriz de Carvalho (2008) e incluindo projetos finalizados até 2008, conforme mencionado na metodologia. No item 4.4, descrevemos os projetos identificados pelos gestores da Instituição com potencial de industrialização. Por fim, no item 4.5, a partir do modelo de referência para análise dos dados, analisamos o modelo de gestão de P&D adotado pela CEMIG e os elementos que dificultam e/ou facilitam a gestão dos projetos de P&D.

### **4.1 O setor elétrico brasileiro**

O início dos anos 90 no Brasil foi caracterizado por profundas mudanças no modelo de desenvolvimento econômico que vinha sendo adotado até aquele momento. No período anterior, entre 1964 e 1984, o país viveu sob um regime militar, cujo modelo econômico adotado foi marcado por forte presença estatal em setores de utilidades públicas, como os de água e energia elétrica, por exemplo, e setores considerados estratégicos, como os de telecomunicações e petróleo. Além disso, políticas protecionistas eram praticadas com o objetivo de incentivar o desenvolvimento da indústria nacional (RENAULT et al, 2007).

O setor brasileiro de energia elétrica insere-se em tal contexto. Na segunda metade da década de 90, já consolidado o processo de democratização do país e estabelecidas ações de abertura econômica e comercial, o processo de privatização foi iniciado. Foram feitas mudanças significativas. O modelo adotado baseou-se na criação de uma agência estatal reguladora, a ANEEL, e concessionárias privadas

para os segmentos de Geração, Transmissão e Distribuição, formadas em sua maioria por investimentos estrangeiros.

A criação da ANEEL, pela Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996 (BRASIL, 1996), foi um marco na reforma regulatória do setor elétrico brasileiro, tendo em vista a tradição de regulação das empresas de energia elétrica exercida pelo Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE), órgão subordinado ao Ministério de Minas e Energia. Nessa configuração tradicional, as políticas setoriais estavam diretamente subordinadas ao Poder Executivo, o que implicava na perseguição de objetivos muitas vezes contraditórios, tais como microeconômicos (eficiência produtiva), macroeconômicos (controle inflacionário e do déficit público) e sociais (universalização dos serviços). Deve-se acrescentar que, durante o período anterior à criação da ANEEL, não foi exercida qualquer forma efetiva de regulação social sobre as empresas. Não havia interesse do Estado em se autofiscalizar, tendo em vista que as empresas estavam sob seu controle acionário e não havia mecanismos sociais de controle sobre essas empresas (RENAULT e outros, 2007).

A Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996 (BRASIL, 1996), atribuiu a competência da ANEEL e qualificou sua natureza jurídica de autarquia especial, o que permite ao órgão usufruir de relativa independência no que tange à autonomia decisória e financeira; autonomia dos seus gestores; delegação de competência normativa para regulamentar questões técnicas pertinentes ao setor; e motivação técnica e não política de suas decisões, conferindo, à atuação da agência, neutralidade na solução dos conflitos e na adoção de medidas.

A lei que formalizou a criação da ANEEL definiu atribuições para que o órgão exerça o cumprimento da defesa da concorrência, estabelecendo regras para coibir a concentração de mercado e a previsão do estabelecimento de convênios com agências estaduais, refletindo o caráter descentralizado do setor elétrico brasileiro, para controle e fiscalização dos serviços e instalações de energia elétrica.

Nos contratos de concessão, foram estabelecidas exigências relacionadas à qualidade dos serviços prestados, expansão do sistema, investimentos em eficiência energética e em projetos de pesquisa e desenvolvimento. A ANEEL monitora a atuação dessas concessionárias e a execução das condições e exigências.

Uma das cláusulas de concessão refere-se à obrigatoriedade de investimentos em atividades de pesquisa e desenvolvimento – P&D. As empresas concessionárias obrigatoriamente devem aplicar, em projetos de Pesquisa e

Desenvolvimento, percentuais definidos de suas respectivas receitas operacionais líquidas anuais. A aplicação desses recursos teve início no ano de 1998, e quem aprova os projetos de P&D submetidos é a ANEEL.

Os resultados tecnológicos destes investimentos em P&D têm sido divulgados pela ANEEL. A agência registra que, até julho de 2006, foram aprovados 2.991 projetos, com um investimento total de R\$870,6 milhões, foram criados seis mil empregos diretos e quinze mil empregos indiretos. No que diz respeito ao desenvolvimento tecnológico do setor no Brasil, os resultados iniciais desses programas de P&D parecem ser positivos.

Apesar do avanço tecnológico divulgado na Revista da ANEEL, a maior parte dos resultados desses projetos de P&D só ficou restrita ou só foi utilizada pelas empresas que realizaram as pesquisas. Renault et al. (2007) defendem que muitos protótipos tecnológicos poderiam ser difundidos por toda a indústria nacional ampliando o alcance dos resultados desses programas de P&D e criando novos negócios em uma cadeia dinâmica de fornecedores nacionais. Na avaliação dos autores, a criação dessa cadeia de fornecedores formados a partir de projetos de P&D, realizados, em grande parte das vezes, em parceria com universidades, integra um sistema de inovação que ainda se encontra em estágio imaturo (RENAULT et al, 2007).

#### **4.1.1 Pesquisa e desenvolvimento no setor elétrico brasileiro**

A energia elétrica é considerada fundamental para o desenvolvimento socioeconômico de um país ou região, pois, de alguma forma, está presente em toda a cadeia de produção, distribuição e uso final de bens e serviços. Igualmente importante é o papel da tecnologia no desenvolvimento equilibrado e sustentável dos vários setores da economia, como também o de energia elétrica. Quanto mais se agrega conhecimento e tecnologia a um produto ou serviço, maior seu valor de mercado e seu benefício para a sociedade. Geram-se empregos qualificados, melhoram-se a distribuição de renda e a qualidade de vida das pessoas, dinamiza-se a economia e aumenta-se a soberania do país (MAISONNAVE, 2008).

Para Maisonave (2008), responder a essas demandas – mais empregos, melhor distribuição de renda e melhor qualidade de vida - tem sido um desafio constante para muitos países, notadamente para os menos desenvolvidos. Ciente disso, o Brasil tem investido vultosos recursos na criação de infraestrutura de suprimento de energia elétrica. Desenvolveu, outrossim, tecnologia importante em segmentos específicos, como a geração hidrelétrica, transmissão em longas distâncias e a integração de sistemas elétricos.

Como forma de manter investimentos no desenvolvimento tecnológico do setor elétrico, foi instituída a Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000 (BRASIL, 2000), que obriga, sob supervisão e aprovação de projetos por parte da ANEEL, as empresas de energia elétrica a destinarem parte da receita operacional líquida para projetos de pesquisa e desenvolvimento (P&D). Apesar das dificuldades naturais na implantação desse mecanismo, foram criadas as bases para a capacitação tecnológica do setor e para a redução de sua dependência de tecnologia produzida no exterior.

Ao longo desses quase dez anos do novo modelo de investimento em P&D, cerca de um bilhão e meio de reais foram investidos, milhares de projetos foram desenvolvidos e centenas de instituições de pesquisa e profissionais altamente qualificados estiveram envolvidos nesse processo. Conforme relatório da Agência Nacional de Energia Elétrica (2006), além de formação profissional e capacitação tecnológica, novos materiais, equipamentos e sistemas foram desenvolvidos e aplicados em diversas áreas do setor, reduzindo custos, gerando receitas, melhorando a qualidade dos serviços prestados e contribuindo para reduzir o preço da tarifa.

Para Pompermayer (2009), uma vez superadas as dificuldades iniciais do novo modelo de investimento em P&D no setor de energia elétrica, e considerando o volume de investimento já realizado e o vasto acervo de conhecimento gerado, tornam-se imprescindíveis esforços na elaboração de projetos com maior aplicabilidade e impacto técnico-econômico para o setor.

Essa mudança ou evolução já vinha ocorrendo, naturalmente, mas ganhou impulso com as novas diretrizes da ANEEL para aplicação dos recursos. No ano de 2008, a ANEEL revisou o Manual de P&D, definindo as novas regras de aplicação obrigatória de recursos pelas concessionárias. Determinou também que as concessionárias definissem um Plano Estratégico de Investimentos em P&D para

um horizonte de cinco anos. Além de ênfase nos resultados e flexibilidade na execução dos projetos, foram criados mecanismos de incentivo à geração de produtos com maior potencial de inserção no mercado e/ou efeito prático para o consumidor final de energia.

A expectativa é que os novos projetos de P&D tenham maior contribuição no desenvolvimento tecnológico do setor de energia elétrica, reduzindo a dependência de conhecimento e tecnologia produzidos no exterior. Para isso, entretanto, é necessário superar a visão equivocada de que se trata do mero cumprimento de um mecanismo legal ou regulatório e encarar a política como uma oportunidade ímpar para geração de novos negócios, redução de custos e melhoria substancial da qualidade dos serviços prestados (POMPERMAYER, 2009). Além disso, Pompermeyer (2009) alerta que a obrigatoriedade de investimentos em P&D amplia a possibilidade de acelerar a aproximação entre o setor acadêmico e o produtivo e para formar alianças estratégicas entre fabricantes de tecnologia e empresas de energia elétrica, instituições de pesquisa e empresas de base tecnológica (POMPERMAYER, 2009).

O autor afirma que é indispensável, portanto, que os dirigentes das empresas de energia elétrica encarem esse mecanismo como um recurso estratégico para fazer frente aos desafios tecnológicos e organizacionais do setor, estimulando a criação de uma estrutura permanente de gestão dos recursos previstos em lei e do processo de inovação tecnológica de suas atividades.

Para isso, os formuladores de políticas para o setor aconselham que as organizações de energia elétrica incluam, no seu planejamento estratégico, projetos de desenvolvimento tecnológico, desenvolvam a prática de estabelecer parcerias em projetos e o compromisso com resultados.

Na avaliação de Pompermeyer (2009), conjugado com outros instrumentos de apoio à inovação tecnológica, como os fundos setoriais e a Lei de Inovação nº 10.973, 2 de dezembro de 2004 (BRASIL, 2004), o mecanismo de desenvolvimento tecnológico instituído pela Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996 (BRASIL, 1996) poderá se tornar uma referência para outros setores da economia.

Com a reforma do Setor Elétrico Brasileiro e a criação da ANEEL, surgem dois mecanismos para a promoção de atividades de P&D no setor elétrico: a criação do CT-ENERG (BRASIL, 2010) e a obrigatoriedade de investimentos das concessionárias em projetos regulados pela ANEEL. O CT-ENERG é um fundo é

destinado a financiar programas e projetos na área de energia, especialmente na área de eficiência energética no uso final. A ênfase é na articulação entre os gastos diretos das empresas em P&D e a definição de um programa abrangente para enfrentar os desafios de longo prazo no setor, tais como fontes alternativas de energia com menores custos e melhor qualidade e redução do desperdício, além de estimular o aumento da competitividade da tecnologia industrial nacional.

A entrada em operação dos novos fundos - CT-ENERG e da Lei nº 9991, de 24 de julho 2000 (BRASIL, 2000) constitui um dos pilares da reformulação da política nacional de C&T (Ciência e Tecnologia), orientada para a inovação. Tendo em vista os níveis reduzidos dos recursos tradicionais de fomentos das duas agências federais CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos), o atendimento das novas prioridades ficaria, sem os fundos, comprometido pela impossibilidade de comprimir os recursos orçamentários voltados para a manutenção da pós-graduação e dos principais centros de pesquisa acadêmica do país. Em outros termos, as novas fontes de recursos sem retorno permitem atrair o interesse e a adesão das empresas privadas aos novos objetivos das políticas de C&T (POMPERMAYER, 2009).

Maisonave (2008) assinala que, como recursos não são reembolsáveis, os Fundos Setoriais não podem ser diretamente aplicados nas empresas que visam lucro. As instituições elegíveis para essa modalidade de financiamento são as universidades e outras instituições de ensino e pesquisa, instituições e centros de pesquisa tecnológica, públicos ou privados, e outras instituições públicas e organizações não-governamentais, em todos os casos, sem fins lucrativos. Esses recursos podem ser canalizados para o desenvolvimento de projetos de P&D e inovação de interesse das empresas (em associação com instituições passíveis de financiamento), além de permitirem a aplicação de recursos do fundo diretamente nas empresas para realização dessas atividades e estimulando o desenvolvimento de projetos conjuntos voltados para a inovação. Nos projetos cooperativos entre empresas e instituições sem fins lucrativos, há exigência de contrapartida financeira das empresas.

Para prestar-lhes apoio técnico, administrativo e financeiro, um comitê gestor foi constituído, no âmbito do Ministério de Tecnologia e Ciência, com a finalidade de definir diretrizes gerais e plano anual de investimentos, acompanhar a

implementação das ações e avaliar anualmente os resultados alcançados na aplicação dos recursos do fundo CT-ENERG. A gestão dos recursos do fundo é realizada de maneira compartilhada entre representantes dos Ministérios da Ciência e Tecnologia, Minas e Energia, ANEEL, FINEP, CNPq, dois membros da comunidade acadêmica e dois do setor produtivo.

A outra forma de investimento em P&D advém de uma das atribuições da ANEEL, que é estimular e participar das atividades de pesquisa e desenvolvimento tecnológico necessárias ao setor de energia elétrica (Decreto nº 2.335/97). Os primeiros contratos de concessão continham cláusulas que estabeleciam a obrigatoriedade das distribuidoras aplicarem recursos de P&D em eficiência energética. No entanto, em muitos casos, essas cláusulas eram muito genéricas e de difícil verificação e, na verdade, não havia interesse do próprio setor público em torná-las mais específicas, uma vez que se temia com isso a desvalorização das empresas a serem privatizadas (JANNUZZI; GOMES, 2002).

Um passo importante foi tomado quando, a partir de 1987, as resoluções da ANEEL nº 242/98 e 261/99 tornaram obrigatória a aplicação de, no mínimo, 1% da Receita Operacional Anual (RA) apurada no ano anterior das concessionárias de distribuição de energia elétrica em projetos de P&D. Esses projetos são propostos pelas próprias empresas e posteriormente precisam ser submetidos à ANEEL para aprovação, seguindo as especificações constantes em manual específico elaborado pela agência reguladora, antes de sua implantação (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2006).

Dessa maneira, para cumprir a obrigação de investir em P&D, as empresas devem submeter, à avaliação da ANEEL, seus projetos contendo, principalmente, informações sobre resultados esperados e sua aplicabilidade, custos previstos para a execução e expectativa de retorno financeiro, pertinência do estudo a temas de interesse do setor elétrico, grau de inovação ou avanço tecnológico pretendido. Após a execução do projeto, a ANEEL realiza uma avaliação dos resultados alcançados e dos investimentos realizados. Uma vez comprovada pela empresa, reconhecido e aprovado pela ANEEL, o investimento realizado num dado projeto será deduzido da conta de P&D e das obrigações legais da empresa (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2007).

A ANEEL define atividade de P&D como aquelas de natureza criativa ou empreendedora, desenvolvidas sistematicamente, com vistas à geração de novos

conhecimentos ou aplicação inovadora de conhecimentos existentes, inclusive para investigação de novas aplicações (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2008).

O Manual da ANEEL (2006) agrupa as atividades de P&D em três categorias:

- a) Pesquisa Básica Dirigida: trabalho teórico ou experimental destinado à busca de conhecimento sobre novos fenômenos, com vistas ao desenvolvimento de produtos e processos inovadores;
- b) Pesquisa Aplicada: trabalho destinado à aplicação de conhecimento adquirido, com vistas ao desenvolvimento ou aprimoramento de produtos e processos;
- c) Desenvolvimento Experimental: trabalho sistemático, visando à comprovação ou à demonstração da viabilidade técnica ou funcional de novos produtos, processos, sistemas e serviços ou, ainda, o aperfeiçoamento do já produzido ou estabelecido.

De forma a incorporar novas fases do processo de Pesquisa e Desenvolvimento, o Manual da ANEEL divulgado em 2007, inclui mais três categorias:

- a) Cabeça-de-série: fase de um projeto que considera aspectos relativos à produção em pequena escala de protótipo obtido em projeto de P&D de ciclo anterior ou corrente; procura-se, assim, melhorar o desenho e as especificações do protótipo para eliminar peças e componentes com dificuldade de reprodução em larga escala;
- b) Lote Pioneiro: fase de um projeto que considera aspectos relativos à produção em “escala piloto” de “cabeça-de-série” desenvolvido em projeto de P&D nacional, anterior ou corrente; a partir do “lote pioneiro”, realiza-se uma primeira fabricação, em “escala piloto”, para ensaios de linha de produção, custos e refino do projeto, com vistas à produção industrial ou à comercialização;
- c) Inserção no Mercado: fase de um projeto de P&D que encerra a “Cadeia da Inovação” e busca a difusão no setor elétrico dos resultados até então obtidos; são previstas as seguintes atividades: estudo de viabilidade técnico-econômica, certificação, marketing, consultoria jurídica, entre outros.

Na avaliação de Defeuilley e Furtado (2000), a obrigatoriedade imposta pela ANEEL às concessionárias de investir em P&D foi, sem dúvida, importante para garantir que recursos fossem alocados para essa atividade. Caso contrário, seria bem pouco provável que as concessionárias privadas continuassem a promover programas de P&D. Entretanto, apesar da obrigação de se investir em P&D, observa-se que, até o momento, a partir das constatações feitas pela ANEEL, falta, a algumas concessionárias reconhecer a importância estratégica da atividade de P&D.

Desta forma, o Manual do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica, aprovado pela Resolução Normativa ANEEL nº 316, de 13 de maio de 2008, e baseado no princípio básico da maximização dos benefícios públicos dos programas, acrescentou algumas modificações que estabelecem que: os “projetos de P&D deverão estar pautados pela busca de inovações para fazer frente aos desafios tecnológicos e de mercado das empresas de energia elétrica”.

Salienta-se que os temas de P&D propostos pela ANEEL não são inflexíveis e, nesse sentido, considera-se que a ótica para a investigação de avanços no setor elétrico não deve se restringir ao desenvolvimento de novas tecnologias nos segmentos de geração, transmissão e distribuição. Mas, também, procurar abranger o aprimoramento de ferramentas econômicas que visem à eficiência do mercado de energia elétrica.

Com esse objetivo, foram incluídos pela ANEEL, no âmbito dos projetos estratégicos, estudos e aperfeiçoamentos voltados a subtemas de relevância para o setor elétrico brasileiro e que exigem um esforço conjunto e coordenado de várias empresas e entidades executoras interessadas no aprimoramento de mecanismos que possam impactar positivamente a comercialização de energia (SILVA; RODRIGUES; SIMABUKU, 2009).

A Revista Pesquisa e Desenvolvimento da ANEEL, em sua edição de junho de 2009, relata que os investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) muitas vezes não geram retorno econômico na velocidade típica de empreendimentos do setor de energia elétrica. Por esse motivo, deixa de ser razoável esperar, desses agentes, investimentos espontâneos e elevados na geração de conhecimento e inovação. A presença do estado, nesse momento, como indutor de investimentos em P&D, garante aumento de esforços nessa direção.

Os efeitos desse esforço setorial podem ser observados por alguns indicadores, como, por exemplo, o crescente número de pedidos de patente apresentados pelas concessionárias, permissionárias e autorizadas de energia. Evidencia-se, desse modo, a transformação dos recursos que a lei destina para P&D em novos e relevantes conhecimentos. Tanto é assim que os agentes, diante das possibilidades de aplicações práticas e obtenção de ganhos com essas inovações, antevêm oportunidades de obtenção de receita a partir do licenciamento (REVISTA P&D, 2009).

No setor elétrico, os resultados dos investimentos em P&D podem ser observados pela redução de custos de operação e de manutenção, pelo aumento da segurança e qualidade no abastecimento e por iniciativas de mitigação de impacto ambiental. O desafio da Agência é coordenar o esforço de um grande número de concessionárias, de forma a concentrar iniciativas em áreas estratégicas e prioritárias. Conforme consta na Revista de P&D da ANEEL (2009), a maturidade do programa dá sinais de que a aplicação dos recursos tem deixado de ser percebida apenas como uma obrigação legal para ser vista como oportunidade irreversível de crescimento sustentável.

## **4.2 Histórico da empresa CEMIG**

A CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais S.A. ou Centrais Elétricas de Minas Gerais S.A. - começou a ser planejada no governo Milton Campos (1945 a 1950), quando foram realizados estudos sobre a questão da energia elétrica, com o objetivo de analisar as condições energéticas do Estado e propor a criação de uma empresa que fosse responsável pela execução desse projeto, dando suporte para a implantação de um parque industrial em Minas Gerais. Sua criação, no entanto, só ocorreu no dia 22 de maio de 1952, no governo Juscelino Kubitscheck. Sua primeira fonte de receitas veio com a transferência que lhe foi feita pelo estado, da Usina de Gafanhoto, construída em 1946, com capacidade instalada de 12.880kW.

Conforme consta no artigo 1º do estatuto de criação da CEMIG:

Artigo 1º - A Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG, constituída em 22 de maio de 1952, como sociedade por ações, de economia mista, será regida por este Estatuto e pela legislação aplicável, e destina-se a construir, operar e explorar sistemas de geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica e serviços correlatos; a desenvolver atividades nos diferentes campos de energia, em qualquer de suas fontes, com vistas à exploração econômica e comercial; a prestar serviços de consultoria, dentro de sua área de atuação, a empresas no Brasil e no exterior; e a exercer atividades direta ou indiretamente relacionadas ao seu objeto social, incluindo o desenvolvimento e a exploração de sistemas de telecomunicação e de informação (COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS, 2011).

Desde a sua criação, a CEMIG tornou-se referência no setor elétrico brasileiro, primeiro com a construção da hidrelétrica de Três Marias, a primeira usina de grande porte do país. Posteriormente na gestão competente para implantar novas usinas e programas de eletrificação urbana e rural, até se transformar, em 1985, em companhia energética. Desde então, sua denominação passou ser Companhia Energética de Minas Gerais S.A.

Na época da criação da CEMIG, existia a Companhia Força e Luz Cataguases Leopoldina (CFLCL), organização privada, e outras empresas regionais de energia elétrica sob o controle do estado: Companhia de Eletrificação do Médio Rio Doce (CEARD); Companhia de Eletrificação do Alto Rio Grande (CEARG); Central Elétrica de Piau S/A; além do Sistema Elétrico da Usina de Gafanhoto. Todas foram agrupadas em uma única companhia, a CEMIG, exceto a CFLCL.

Hoje, a CEMIG não é a única empresa de energia elétrica em Minas; existem outras cinco empresas privadas do setor elétrico brasileiro, atuando na distribuição, comercialização e geração de energia, que são: Companhia Força e Luz Cataguazes Leopoldina, Departamento Municipal de Energia Elétrica de Poços de Caldas (DME), Empresa Elétrica Bragantina, Companhia Luz e Força de Mococa e Furnas Centrais Elétricas.

Conforme informações do site da empresa, o governo de Minas Gerais é o principal acionista da CEMIG, sendo detentor de 51% das ações ordinárias da companhia. O segundo maior acionista é a *Southern Electric* Brasil Participações Ltda., com 33% das ações. Os setores privados, externo e interno, possuem respectivamente, 4,5 e 11,5% do controle acionário.

Em dezembro de 2004, a CEMIG passou por uma reestruturação, deixando de ser uma empresa integrada para desmembrar-se em uma *holding* e duas subsidiárias integrais: CEMIG Distribuição de Energia S.A. e CEMIG Geração e

Transmissão S.A., além de uma constelação de pequenas empresas. A mudança atende à Lei nº 10.848<sup>2</sup> de março de 2004 (BRASIL, 2004), que definiu o novo modelo do setor elétrico, obrigando as empresas integradas a se desverticalizarem. Também decorrente da desverticalização, em dezembro de 2004 foi firmada uma associação com a Companhia de Petróleo Brasileiro de Gás (Petrobras Gás S.A.), para a qual foram vendidos 40% do capital social total da Companhia de Gás de Minas Gerais (Gasmig). Essa parceria permitiu a expansão da rede de distribuição de gás natural em Minas Gerais para onde existe demanda reprimida.

Com 394.169 quilômetros de redes de distribuição, sendo 85.480 em área urbana e 308.689 de redes rurais, a CEMIG Distribuição é a maior empresa distribuidora da América Latina. Conta, ainda, com 16.376 km de linhas de subtransmissão (alta e média tensão). Sua área de atuação abrange 774 dos 853 municípios de Minas Gerais.

Em 2006, a CEMIG adquiriu cerca de 25% da Light, distribuidora de energia que atende à capital Rio de Janeiro e outros municípios fluminenses. Tem, ainda, participação acionária na TBE – Transmissora Brasileira de Energia, que possui e opera linhas de transmissão no norte e sul do país.

A CEMIG Distribuição S.A. é a maior concessionária de distribuição de

---

<sup>2</sup> Lei nº 10.848: A nova lei também determina a *desverticalização* das companhias distribuidoras, que não mais poderão: (i) desenvolver atividades de geração e transmissão, (ii) vender energia para consumidores livres fora de sua área de concessão, (iii) participar em outras sociedades (exceto quando relacionadas a operações de financiamento em benefício da própria concessionária, sujeitas à autorização prévia da ANEEL), (iv) praticar atividades estranhas ao objeto da concessão. Excepcionalmente as companhias distribuidoras poderão firmar *novos* contratos relativos a atividades descritas nos itens (i) a (iii) acima, desde que tais contratos tenham validade até 11 de dezembro de 2004. As companhias geradoras não poderão controlar companhias distribuidoras nem serem “coligadas” a esta (*i.e.*, com participação de 10% ou mais no capital). As companhias distribuidoras terão prazo de 18 meses (prorrogáveis por mais 18 meses) para se adequar às novas exigências de desverticalização (BRASIL, 2004).

energia elétrica do Brasil em energia transportada e extensão de redes, bem como em número de consumidores. Desenvolve atividades de distribuição de energia elétrica em 774 municípios e 5.415 localidades do Estado de Minas Gerais, atendendo a, aproximadamente, 17 milhões de pessoas. Sua área de concessão corresponde a 567,5 mil quilômetros quadrados, maior que a extensão territorial da França.

A CEMIG Geração e Transmissão S.A. é uma das maiores concessionárias de geração e transmissão de energia elétrica no Brasil e a principal no Estado de Minas Gerais. Segundo consta no site da empresa, a CEMIG quer ser ainda mais competitiva nas participações em leilões de linhas e está buscando mais eficiência na exploração de seus ativos com a aplicação de novas tecnologias e procedimentos que proporcionem custos operacionais otimizados.

Além disso, consta no site da CEMIG que os investimentos em tecnologia de ponta e em Pesquisa e Desenvolvimento – P&D - são muitos e contribuem significativamente para a melhoria dos procedimentos e atualização profissional. A base para os resultados obtidos pela transmissão está na competência técnica. A CEMIG alcançou os melhores índices de disponibilidade com menores custos e mais eficiência, segundo site da CEMIG.

Toda a Superintendência de Transmissão está implantando o Sistema Integrado de Gestão – SIG - e deverá ser certificada. Os procedimentos também estão sendo padronizados, garantindo qualidade e uniformidade.

### **4.3 Oferta tecnológica da CEMIG**

A TAB.2 apresenta os resultados dos projetos de P&D desenvolvidos na CEMIG, iniciados no período entre 2000 e 2005 e finalizados até fevereiro de 2008, a partir da entrada em vigor de Lei nº 9991, de 24 de julho de 2000 (BRASIL, 2000). Nesse período, foram financiados, sob supervisão da ANEEL, 226 projetos, e a TAB. 2 retrata os resultados obtidos com os mesmos.

MAPEAMENTO DA OFERTA TECNOLÓGICA A PARTIR DOS 226 PROJETOS DE P&D DA CEMIG , INICIADOS ENTRE 2000 E 2005 E FINALIZADOS ATÉ FEVEREIRO DE 2008		
RESULTADOS DOS PROJETOS DE P&D		QDE
LABORATÓRIOS	PRÓPRIO	25
	DE TERCEIROS	103
RESULTADOS	INVENTOS	58
	PROCEDIMENTOS ou METODOLOGIAS	90
	SISTEMAS COMPUTACIONAIS ou SOFTWARES	98
	CONHECIMENTO TEÓRICO (conceitos ou teorias)	51
PROPRIEDADE INDUSTRIAL	PATENTES	12
	MODELO DE UTILIDADE ou DESENHO INDUSTRIAL	21
PUBLICAÇÕES	DISSERTAÇÕES DE MESTRADO	253
	TESSES DE DOUTORADO	100
	ARTIGOS NACIONAIS	350
	ARTIGOS INTERNACIONAIS	140
	LIVROS	18
Fonte : Survey telefônico e postal (internet) , pesquisa documental – DENDENA (20 09)		

**Tabela 2: Mapeamento da Oferta Tecnológica dos Projetos de P&D da CEMIG**  
**Fonte: Elaborado pela autora.**

Atualizamos a tabela de Carvalho (2008), onde constavam 144 projetos até o período de 2005, acrescentando 82 projetos que foram finalizados até fevereiro de 2006, totalizando 226 projetos, conforme TAB. 2.

Percebe-se uma contribuição relevante no item publicações, já que foram defendidas 253 dissertações de Mestrado e 100 de Doutorado, significando que as pessoas envolvidas nos projetos se qualificaram, possibilitando manter equipes de trabalho competentes e aumentando o conhecimento interno da organização. Uma equipe capacitada e em constante processo de atualização é considerado um requisito para garantir projetos de P&D inovadores (ARAOZ, 2000; COHEN; HASEGAWA; FURTADO, 2006; JUNG; RIBEIRO; CATEN, 2008; LEVINTHAL, 1989; LIYANAGE et al., 1999; TERRA, 2000).

Além de maior qualificação dos profissionais da organização, os 226 projetos ainda geraram resultados concretos, tais como inventos, patentes e modelos de utilidade.

Conforme descrito na sessão sobre a metodologia, além do levantamento da oferta tecnológica e indicação dos gerentes da Superintendência de Tecnologia e Alternativas Energéticas da CEMIG, foram realizadas entrevistas para se analisar em profundidade a gestão de alguns projetos de P&D considerados com potencial de industrialização.

#### **4.4 Relato dos projetos de pesquisa**

Neste item, são descritos os projetos de pesquisa identificados como promissores para a industrialização, bem como os mecanismos de coordenação e controle utilizados no seu desenvolvimento.

##### ***4.4.1 Projeto P&D 003 – Condutores compactos – Otimização e melhoria do desempenho de condutores compactos (extensão)***

O projeto de P&D 003 teve início em 2000 e foi concluído em 2005. Esse projeto teve origem na identificação, por parte de um engenheiro eletricista da instituição, da necessidade e da possibilidade de recapacitar linhas de transmissão de energia a partir do desenvolvimento de cabo condutor de alumínio termorresistente, ou seja, que suportasse aumento de potência sem redução de perdas térmicas. Isto aumentaria o desempenho operacional das linhas de transmissão, explorando melhor o sistema, com custo reduzido e sem grandes alterações na capacidade instalada. Na verdade, segundo o gerente do projeto, os projetos de pesquisa do programa CEMIG/ANEEL partem, em sua maioria, de necessidades da CEMIG, mas muitos desses projetos podem servir ao sistema elétrico de maneira geral.

A seleção do parceiro industrial se deu em virtude de relação anterior em outro projeto de P&D da CEMIG. A empresa Furukawa foi convidada para participar do projeto, porque a CEMIG já havia trabalhado com ela e precisava de parceiro capaz de produzir o cabo previsto no projeto. Sendo assim, o P&D 003 teve como parceiras as empresas Furukawa Industrial S.A. Produtos Elétricos e a Fundação Christiano Ottoni da UFMG, parceira na pesquisa e testes de caráter científico.

Os objetivos a serem atingidos com esse projeto, descritos no Manual da ANEEL, diziam respeito a:

Avaliar o estado da arte da tecnologia de cabos condutores compactos e o comportamento destes, desenvolver e construir protótipos de cabo compactos em ligas de alumínio termorresistente e avaliar sua aplicação em projetos e construção de linhas de transmissão (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2000).

No Manual da ANEEL, consta que se pretendia desenvolver:

[...] protótipo de condutor compacto nacional de baixo custo; especificações técnicas/critérios de projeto de condutores compactos e métodos de ensaios especiais para cabos tradicionais e de temperaturas elevadas (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2000).

O Manual da ANEEL ressalta que os resultados esperados com esse projeto de P&D deveriam ser:

Melhoria de qualidade do serviço prestado; metodologia e novas técnicas para projetos e recapacitação de linhas de transmissão (LTs), possibilitando o aumento da potência transmitida com redução das perdas térmicas, melhorando o desempenho operacional das LTs; diminuição de custos construtivos e de manutenção, seja na construção ou na recapacitação de LTs; possibilidade de aplicação dos cabos desenvolvidos em linhas de transmissão sujeitas a maiores cargas de ventos ( $V_{\text{vento}} > 40 \text{ m/s}$ ); domínio da tecnologia dos cabos condutores compactos em ligas termorresistentes e desenvolvimento de novos cabos condutores compactos passíveis de utilização em várias empresas concessionárias (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2000).

Com relação ao acompanhamento do desenvolvimento do projeto, o gerente da CEMIG relatou que a interação entre os participantes do projeto ocorreu a partir de reuniões periódicas para o acompanhamento e conhecimento das dificuldades enfrentadas. Geralmente acontecia uma reunião por mês ou mais. Os resultados dos ensaios tanto da parte elétrica como mecânica eram apresentados e verificava-se o que era necessário melhorar. Segundo o entrevistado, coube à Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) desenvolver a questão relativa aos aspectos elétrico e mecânico do cabo e de simulações e ensaios.

O acompanhamento da evolução do mercado e da tecnologia ao longo do projeto foi feito por meio de viagens técnicas ao exterior. A Furukawa fez duas viagens para analisar o que havia de maquinário disponível e seu custo, e para verificar o que havia de ferramenta que pudesse substituir um conjunto de máquinas tradicionais. Por parte da CEMIG, não houve acompanhamento da evolução do mercado e da tecnologia ao longo do projeto. Coube à CEMIG e à UFMG testar tudo o que fosse desenvolvido e propor melhorias. Na avaliação do gerente da CEMIG, pode-se dizer, portanto, que a UFMG trabalhou mais com o produto e a Furukawa, com o processo de produção.

Ele ressaltou ainda que a Furukawa desenvolveu trabalhos para o projeto com recursos próprios, sem o financiamento da ANEEL ou da CEMIG, porque a empresa vislumbrava a possibilidade de se beneficiar com os resultados do projeto, na medida em que pudesse industrializar e comercializar as inovações geradas no cabo condutor para linhas de transmissão. Em outras palavras, os recursos do projeto foram destinados aos testes realizados pelos professores de Engenharia da UFMG.

Em relação aos resultados, a CEMIG construiu uma linha experimental para introdução do cabo na rede, mas isto ainda não está funcionando. Existe a tentativa da CEMIG em instalar o cabo com o apoio de um projeto, já aprovado pela ANEEL, para produção do “cabeça de série” no final de 2008, com início em 2009. Por enquanto, os resultados não estão sendo absorvidos pela CEMIG e nem estão sendo transferidos para a indústria.

A solicitação de uma patente internacional está em andamento. A expectativa da CEMIG no projeto era que o cabo resultante pudesse ser fabricado sem um maquinário complexo e que, na visão do coordenador, aperfeiçoaria muito o processo de transmissão de energia.

Entretanto, a CEMIG tem-se deparado com um problema. A empresa parceira (Furukawa) foi vendida a uma empresa francesa – Nexans -, que está querendo usar o maquinário trazido do exterior para a produção do cabo e não o processo desenvolvido pela CEMIG.

Representantes da Furukawa, adquirida pela NEXANS, afirmaram não ter optado pelo cabo desenvolvido pela CEMIG porque já haviam desenvolvido um similar no Reino Unido e pretendiam comercializá-lo no Brasil, e não investir na fabricação do protótipo desenvolvido a partir do projeto CEMIG/Fundação Christiano Ottoni e Furukawa.

Durante o desenvolvimento do projeto, não houve nenhuma forma de proteção da propriedade intelectual, pois todo o processo ocorreu, na época, de forma informal de ambas as partes. Desta forma, não houve a elaboração de nenhum contrato de formalização das parcerias, da definição do uso e do controle dos resultados. Segundo o gerente, a relação ocorria em uma relação de confiança o que era característico da cultura japonesa, e da inexperiência da CEMIG.

Para evitar potenciais transtornos, o gerente relatou que a CEMIG criou a CEGET - Centro de Gestão Tecnológica -, para viabilizar contratos e prever as

etapas do projeto, os recursos necessários, as responsabilidades de cada um, sendo, na sua visão, o primeiro passo para que o projeto se desenvolva tranquilamente. Também defende que é preciso gastar o máximo de tempo possível discutindo, com as pessoas envolvidas, sobre as questões iniciais referentes ao projeto, para que tudo se processe corretamente.

Segundo o gerente desse projeto, alguns aspectos podem facilitar a condução de projetos de P&D, como monitorar o projeto (monitorar as condições reais do produto), envolver a indústria parceira, buscar o auxílio de outra empresa que desenvolve tecnologias de monitoramento e medição para suprir pontos ou aspectos não cobertos pelas universidades.

Para que a transferência das tecnologias desenvolvidas e a adoção dos resultados sejam facilitadas, o entrevistado sugere algumas modificações no gerenciamento dos projetos CEMIG/ANEEL. Ele cita como exemplo pré-estabelecer reuniões periódicas, registrar tudo em atas, até para facilitar o monitoramento do projeto. Outra ação citada para facilitar o acompanhamento é a disponibilização das informações, documentos e relatórios para todos os participantes do projeto, via programas *on line* de acompanhamento e participação. Esse compartilhamento de informações permitiria, na opinião do gerente, o envolvimento de todos, reduzindo o tempo e a necessidade da frequência de reuniões “físicas”.

#### ***4.4.2 P&D 006 – Aplicação e disponibilização dos dados de monitoramento em tempo real de LTs (Linhas de transmissão)***

O projeto de P&D 006 teve início em 2000 e foi concluído em 2002. O gerente do projeto foi um engenheiro de tecnologia da CEMIG, especialista em linhas de transmissão.

O projeto de P&D 006 foi elaborado por profissional da CEMIG, pois era uma linha de pesquisa interna já existente antes do programa de P&D da ANEEL ser criado. A CEMIG usou o programa para identificar outros equipamentos de monitoramento e criar uma metodologia para utilizar os equipamentos de monitoramento de linhas de transmissão.

O P&D 006 é o primeiro de dois projetos que se desmembraram em P&D 084 e P&D 110. O projeto 006 representou o período de desenvolvimento do monitoramento de LTs em tempo real. Segundo o gerente, na época desse projeto, ainda não se tinha a visão da necessidade de parceiros, portanto, o seu desenvolvimento aconteceu somente dentro da CEMIG. Não houve a participação de parceiros neste P&D.

Os objetivos a serem atingidos com o projeto, descritos no Manual da ANEEL, diziam respeito a:

Determinar as aplicações dos equipamentos de monitoramento de LTs no sistema CEMIG; definir os critérios de operação em tempo real das LTs monitoradas; identificar as alterações de instalações para aplicações dos sistemas de monitoramento; desenvolver ferramenta operativa para tomada de decisões em tempo real (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2000).

Consta ainda, no Manual da ANEEL, que se pretendia desenvolver:

Metodologia de aplicação de equipamento de monitoramento de LTs no sistema CEMIG; critérios de operação em tempo real das LTs monitoradas; ferramenta operativa para tomada de decisões em tempo real (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2000).

O Manual da ANEEL ressalta que os resultados esperados com esse projeto de P&D deveriam ser:

Aumento da capacidade de transmissão das LTs existentes normalizadas em até 30% de sua capacidade, agregando segurança e confiabilidade; treinamento das equipes operativas na tecnologia de monitoramento em tempo real de LTs; planejamento das obras de recapacitação, adiamentos ou antecipações (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2000).

O equipamento foi adquirido para uso da própria CEMIG, porém, quando o mesmo era apresentado em algum evento nacional, outras empresas demonstravam interesse em conhecer a tecnologia, saber mais informações, custo, etc.

O equipamento de monitoramento ainda é utilizado. O resultado do P&D 006 foi adquirir a tecnologia importada e obter o domínio sobre seu uso. Nesse projeto, uma tecnologia foi importada do Canadá e a outra, dos Estados Unidos. Essas tecnologias foram descobertas por meio de visitas técnicas internacionais, pesquisa em revistas da área, trabalhos acadêmicos folhetos, informações de seminários.

Nessa época, ainda não existia a ferramenta de pesquisa virtual *Google*. Segundo relato do gerente, a equipe da CEMIG visitou os Estados Unidos e o Canadá para adquirir melhor conhecimento do assunto antes do início do projeto.

A informação sobre a aquisição do equipamento e seu uso pela CEMIG foi disponibilizada por meio de artigo técnico em seminário da área de transmissão de energia, artigo considerado o melhor apresentado no grupo de linhas de transmissão no XVI SNTPEE de Campinas – SP, A partir desse artigo, surgiram vários interessados, mas não se chegou a vender o equipamento.

A principal dificuldade durante o projeto foi a importação do equipamento, pois foi um processo muito demorado. O equipamento foi utilizado praticamente da forma como veio importado, com poucas adaptações.

Segundo relato do gerente, a CEMIG já dominava a tecnologia desde 1989, quando fez a primeira aquisição desse tipo de sistema. A utilização do equipamento pela CEMIG gerou interesse em outras empresas, identificando, assim, dois novos fornecedores. Em 2000 já existiam três potenciais fornecedores. A CEMIG testou as três tecnologias e comprovou que todas tinham aplicação no seu sistema e sua opção seria pela que tivesse o melhor custo/benefício. Esses fornecedores eram todos internacionais.

O objetivo de aumentar a capacidade de transmissão das linhas existentes foi alcançado, representando a possibilidade de sua continuidade por meio do desenvolvimento dos outros dois projetos, P&D 084 e 110.

Foi construído o Centro de Monitoramento de Linhas, que está em funcionamento até hoje no prédio da CEMIG em Belo Horizonte. Como fica claro, o projeto não resultou em nenhum invento e, sim, no aprendizado da utilização da metodologia e do uso das tecnologias dos equipamentos importados.

A partir da adoção do equipamento de monitoramento das linhas de transmissão, foram publicados três artigos em eventos nacionais, mas, na avaliação do gerente, o conhecimento e domínio sobre a tecnologia importada foi o resultado mais relevante do projeto. A CEMIG comprou a tecnologia e a trouxe para o laboratório, viu tudo o que eles fizeram e se capacitou, para buscar um desenvolvimento nacional concorrente. Na comparação do entrevistado, da mesma forma que a empresa de automóveis compra o automóvel do concorrente e o desmonta para aprender toda a tecnologia existente para seu aprendizado e a partir

daí melhorar o sistema, a CEMIG fez basicamente o mesmo com os equipamentos importados.

#### **4.4.3 P&D 023 – Revitalização de Transformadores de Potência**

O Projeto de P&D 023 teve início em 2001 e foi concluído em 2006, tendo sido gerenciado por um engenheiro eletricista da CEMIG. O Projeto de revitalização de transformadores de potência teve início com a preocupação da CEMIG com a idade elevada dos seus transformadores, originando, então, um projeto de pesquisa com o objetivo de revitalizar esses transformadores.

Segundo o gerente do projeto, a equipe envolvida com esse P&D concluiu que não era viável economicamente fazer só a revitalização e, sim, a repotenciação dos transformadores. Verificou-se a necessidade de pesquisar outro meio isolante, descobrindo, dessa forma, a viabilidade do uso do óleo vegetal.

De acordo com as palavras do entrevistado:

Quando usamos o óleo vegetal descobrimos uma série de vantagens que nós desconhecíamos no início do projeto. O óleo vegetal não reage com o papel, não pega fogo com facilidade, a durabilidade estimada do transformador passou de 50 anos para 500 anos. Além do ganho ambiental, esse óleo é 100% biodegradável. Isso tudo surgiu com o projeto de pesquisa, que nós começamos com um intuito e caímos em outro. Mesmo o projeto tendo três anos ele ainda é inédito no mundo porque ele é o único transformador que utiliza óleo vegetal (RELATO PESSOAL, nov. 2009).

Para a seleção dos parceiros do projeto 023, o gerente do projeto procurou, no mercado, três grandes fabricantes de transformadores, sendo eles a Toshiba, Simi (Sistema Mineiro de Inovação) e a ABB<sup>3</sup>. A Toshiba foi a primeira empresa a ser contatada, porém eles declinaram da proposta no decorrer do tempo. Depois, contatou-se a Simi, que também não quis assumir o risco do projeto, e posteriormente a ABB, que acabou sendo o parceiro do P&D 023.

---

<sup>3</sup> A ABB é líder global em tecnologias de potência e de automação, e ajuda seus clientes a usar energia elétrica de maneira eficiente e a aumentar a produtividade industrial de maneira sustentável.

A facilidade de trabalhar com a ABB como parceira desse projeto deve-se ao fato de que o gerente tinha relações profissionais de mais de vinte anos com eles. A ABB já fazia os transformadores da CEMIG, dentro dessa área e de outras também.

Os objetivos a serem atingidos com esse projeto, descritos no Manual da ANEEL no Detalhamento dos Projetos de P&D, e aprovados pela ANEEL em fevereiro de 2006, diziam respeito a:

[...] desenvolvimento de novos métodos de diagnóstico de revitalização do parque de transformadores de potência instalados e gerar conhecimento científico sobre diagnóstico para revitalização de transformadores de potência, possibilitando o desenvolvimento de técnicas e práticas de engenharia de maneira a intervir preditivamente garantindo o comprometimento dos níveis de confiabilidade e disponibilidade do sistema elétrico (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2001).

Consta ainda, no Manual da ANEEL, que se pretendia desenvolver: [...] nova metodologia de diagnóstico para revitalização do parque de transformadores de potência instalados no sistema CEMIG (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2001).

O Manual da ANEEL ressalta que os resultados esperados com esse projeto de P&D deveriam ser:

[...] desenvolvimento de conhecimento básico acerca do comportamento dos transformadores de potência em função do envelhecimento e dos processos físicos associados; coleta de dados e seu processamento para caracterização do comportamento dos principais componentes do transformador através do monitoramento de unidades, em condição real de aplicação (Monitoramento de grandezas eletromagnéticas, térmicas, graus de deterioração dos elementos isolantes) em instalações do parque da empresa; coleta de dados e seu processamento, através da realização sistemática de ensaios para identificação de comportamentos macroscópicos que expressam condições de deterioração dos elementos sob análise (materiais isolantes e deterioração do óleo isolante); avaliação e aperfeiçoamento de tecnologias propostas para identificação de vida útil dos equipamentos; prototipação e testes, para definição da metodologia e instrumentação para indicação do tempo e vida útil do equipamento; desenvolvimento de tecnologias para implementação do controle e intervenção no equipamento em hora adequada e com precisão científica; definição de metodologia eficiente para manutenções preditivas dos equipamentos; capacitação do pessoal da empresa envolvida no projeto, a partir da interação com os pesquisadores da equipe durante os processos de investigação (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2001).

Segundo o gerente do projeto, a interação entre os executores do projeto e a CEMIG, durante o desenvolvimento do projeto, consistia em uma rotina de reuniões. Porém, de acordo com as palavras do gerente:

[...] quando as inovações começaram a aparecer, foi uma loucura, toda hora nós tínhamos que entrar em contato. Eu cheguei até a fazer uma viagem para os Estados Unidos por minha conta para conhecer o revitalizador existente. Com a fase de inovação do projeto surgiu a necessidade de alterar o calendário, e essas reuniões aconteciam de uma forma mais informal, nós nos encontrávamos na medida em que havia necessidade (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2001).

A interação com possíveis interessados em industrialização do resultado surgiu após a constatação do seu funcionamento, pois era um projeto desacreditado no mercado. Ou seja, até 2007 não havia interesse do mercado, mas, segundo o gerente, agora existem muitos interessados na industrialização do transformador. A industrialização tem sido feita pela ABB.

O P&D 023 não requereu nenhuma patente, mesmo tendo sido criado um produto novo e inédito. Segundo o entrevistado, não existe interesse por parte da CEMIG para solicitá-la. Outro setor da CEMIG se interessou, mas, conforme relato do gerente do projeto, solicitar patente é um processo complicado:

Eu trabalho com muitos processos e não vejo muita razão para se gastar dinheiro com isso. Porque na verdade, se alguém quiser, pode fazer um transformador igual e usar o óleo de outra pessoa, acabou! E a patente não serve para nada (RELATO PESSOAL, nov. 2009).

Em 2009 só existiam quatro transformadores de óleo vegetal instalados, que foram construídos em São Paulo, na fábrica da ABB. A ideia é deixar a oficina da CEMIG em condições para fabricar, reformar e repotenciar todos os transformadores. Um novo projeto está em andamento para que sejam feitos e instalados mais seis transformadores dentro da CEMIG, também em parceria com a ABB.

Conforme relato do gerente, existe interesse de se fabricar os transformadores dentro da oficina da CEMIG, porque a mesma recebe muitos deles para serem consertados. A CEMIG não tem condições de adaptar os antigos transformadores para óleo vegetal, em virtude de uma série de modificações que devem ser feitas. Desta forma, a ideia é aproveitar esse projeto para substituir os antigos transformadores, à medida que apresentem problemas, pelos movidos a óleo vegetal.

A CEMIG Distribuição possui 372 subestações, com uma média de dois transformadores por subestação. O gerente do P&D 023 acredita ser muito difícil substituir todos os transformadores, mas a perspectiva é de substituir todos que

passarem pela oficina, e todos os transformadores que a CEMIG instalar daqui para frente deverá ser com o óleo vegetal.

O acompanhamento da evolução do mercado e das tecnologias ao longo do projeto foi feito em função da necessidade que surgia ao longo do projeto. Foram realizadas visitas a vários centros de pesquisa durante o desenvolvimento do projeto pelo gerente do projeto, porém com recursos próprios. Foram visitadas fábricas da ABB nos Estados Unidos, na Suécia e em Berlim. A visita à fábrica nos EUA foi a convite da ABB.

O principal resultado do projeto foi um transformador refrigerado a óleo vegetal e conforme relato do gerente, o resultado do P&D 023 “foi um sucesso e é um sucesso até hoje”.

Já existe interesse potencial para a indústria e siderúrgicas com relação ao transformador verde (com óleo vegetal), além também de interesse de uma concessionária do Paraguai. A CEMIG recebeu visita da Companhia Vale do Rio Doce, da Petrobras e da Belgo Mineira, com interesse na comercialização. O resultado para as operações CEMIG é evidente, e a proposta do gerente do P&D 023 é que os transformadores sejam substituídos à medida que se esgotem.

O gerente do P&D 023, explica que quando a CEMIG desenvolve produtos desse tipo ela tem uma política de tentar formar fornecedores e formar mercado. A ideia da CEMIG é que o preço diminua, pois, quando o projeto iniciou, o óleo custava mais que o dobro do que custa hoje, e como existem mais pessoas utilizando o óleo vegetal, o preço já diminuiu bastante. O que a CEMIG espera é ganhar preço de mercado, pois, quando o projeto iniciou, a CEMIG importava o óleo dos Estados Unidos, e hoje já existem uns três tipos de óleo vegetal no Brasil, fazendo com que o preço se reduza significativamente. A mesma coisa aconteceu com o fabricante; antigamente só a ABB produzia e o que ocorre hoje em dia é que três ou quatro empresas já estão aptas a produzir os transformadores com óleo vegetal.

Na avaliação do entrevistado, os resultados estão sendo, de alguma forma, transferidos para a indústria, por meio de material publicado em revistas técnicas e seminários. Na verdade, o interesse maior das indústrias é pelo apelo ecológico e, atrelado a isso, existe o fato da segurança desse transformador ser muito maior e, conseqüentemente, o custo do seguro se reduz. Então, para a indústria, o interesse é a propaganda ecológica juntamente com o ganho com o menor custo do seguro.

As principais dificuldades encontradas para valorizar a inovação resultante do projeto foram a resistência interna para mudança e a desconfiança sobre a eficácia do uso do óleo vegetal. Ou seja, a resistência às mudanças e a falta de credibilidade foram os grandes dificultadores do P&D 023. Segundo o entrevistado, outro fator dificultador na gestão dos projetos foi a burocracia:

O nosso problema maior é de engessamento, de não poder fazer algumas coisas, mesmo sendo gerente do projeto você não tem liberdade para fazer tudo o que quer. Qualquer coisa que eu queira comprar eu tenho que ter a autorização dos meus superiores, só os superintendentes da CEMIG hoje que tem autorização para fazer compras acima de R\$10.000,00 (RELATO DO GERENTE DO P&D 023, nov. 2009).

A superação da resistência ao transformador com óleo vegetal exigiu bastante “teimosia” por parte da equipe do projeto. O gerente considera que a sorte foi um fator importante nesse processo, pois, em pouco tempo, eles conseguiram passar da parte só de revitalização para a repotenciação com óleo vegetal.

Na visão do entrevistado, vários fatores facilitaram o desenvolvimento do projeto, entre eles, a parceria com a ABB, em função da mentalidade da empresa de desenvolvimento e investimento em inovações, ou seja, arriscar-se investir em um novo projeto. Outro fator destacado, além da cultura da ABB, foi a necessidade de melhorar de alguma maneira a vida útil dos transformadores, pois, antes do desenvolvimento do transformador verde, a solução era sucatear o transformador velho. Porém, esse sucateamento inclui a queima do óleo mineral, do descarte do papel que fica impregnado, da caixa interna e das buchas de porcelana, resultando em um transtorno enorme para a CEMIG, além do dano ambiental.

A ABB investiu recursos humanos e materiais no projeto. A CEMIG possuía recurso da ANEEL que era para a revitalização do transformador. Segundo o gerente do projeto, 50% do custo de desenvolvimento do projeto ficaram por conta da ANEEL e 50% foram custeados pelo fabricante (ABB e Dupont – fabricante de papéis de isolamento).

Os ganhos obtidos pela CEMIG foram, em curto prazo, a elevação da potência do transformador. Em médio prazo, o gerente estima o ganho em termos de meio ambiente, com a solução caseira que é o óleo vegetal. A longo prazo, ele aponta o ganho na sobrevida do transformador, que passou de 50 anos para 500 anos.

O projeto despertou interesse no setor acadêmico. O P&D 023 possuía três parceiros: CEMIG, ABB e UFMG. Porém, no início do projeto, contava apenas com um parceiro, a UFMG. A ABB entrou como prestador de serviço. A ideia da CEMIG era comprar o serviço só de revitalização. A parceria com a UFMG surgiu porque o gerente do projeto iniciou um programa de Mestrado na UFMG e, juntamente com os professores, surgiu a ideia da parceria. Porém, a UFMG saiu do projeto - mas gerou uma tese de Doutorado - e ficou só a ABB. A ABB ficou como um parceiro informal, sem contrato, porque ela não constava no projeto da ANEEL. A ABB apostou no projeto, avaliou que ele tinha um bom retorno e, por isso, resolveu seguir em frente.

De acordo com a percepção do gerente do projeto, acredita-se que existe um aspecto que necessita ser melhorado na gestão dos projetos financiados pela ANEEL:

Por exemplo, eu sou o gerente do projeto, mas como eu estou em uma empresa mista, onde o majoritário é o Estado, nós temos que seguir a lei 8.666 e isso complica muito porque temos que fazer um processo de licitação (RELATO DO GERENTE DO P&D 023, nov. 2009).

Na licitação, pode-se especificar o que deve ser comprado, porém não a ponto de descrever detalhadamente o que se deseja comprar, então, caso algum fornecedor possua material semelhante, ele entra na licitação e, segundo o gerente, muitas vezes não é o item adequado e vence quem oferece o menor preço.

No que se refere à gestão dos projetos, o gerente do projeto relatou que a dificuldade maior diz respeito à parte burocrática e administrativa do projeto. Nas palavras dele:

A área administrativa desses projetos é uma coisa muito pesada e nós não temos estrutura para isso. Hoje, por exemplo, nós estamos com uma auditoria dos nossos projetos antigos e o auditor queria que nós mostrássemos para ele o processo de compra para uma empresa com a qual nós trabalhamos há quatro ou cinco anos atrás. Eu como engenheiro eletricitista tenho que tomar conta de um projeto e me envolver com algo totalmente novo, estar em contato com americanos, suecos, professores universitários que não tem muita experiência no dia-a-dia empresarial, enfim, você tem que conseguir levar tudo isso e ainda administrar tudo, toda hora mostrar como foi o processo de compra disso e daquilo (Relato do gerente do P&D 023, nov. 2009).

Por outro lado, o que estimula o gerente do P&D 023 a apresentar projetos para a ANEEL é o fato de ele gostar de lidar com tecnologia nova, mesmo sem nenhuma remuneração adicional e apenas obstáculos a superar. A CEMIG não financia Mestrado nem Doutorado para os gerentes, pois o que ocorre é uma liberação de meio expediente de trabalho. Ou seja, se a pessoa quer realmente estudar, ela deve realmente querer, porque não existe incentivo para tal.

O gerente do projeto explicou que, na área de Distribuição, a área de Engenharia e Tecnologia está criando um escritório de projeto de pesquisa, o que ele acha ser uma atitude muito interessante e inovadora. Essa área terá uma administração de projetos de pesquisa, o que tornará o processo mais organizado. O objetivo é facilitar esses trâmites, agilizando o processo e diminuindo a burocracia existente.

Nenhum laboratório foi construído com recursos do projeto e nem reequipado. No final do projeto, o invento resultante se encontrava em fase de protótipo instalado. Até hoje ele é considerado desta forma, mesmo estando instalado há três anos. Isso porque não se sabe com profundidade o que pode acontecer com um transformador a óleo vegetal, não se sabe ainda quais gases podem se formar caso ocorra algum problema. Já com o transformador a óleo mineral já se conhece quais gases são formados e os cuidados que devem ser tomados com o manuseio do mesmo. Mensalmente é retirada uma amostra do óleo vegetal do transformador instalado e enviada para laboratório para análise. Até o momento, segundo o entrevistado, os resultados são muito positivos em todos os aspectos, quando comparados aos transformadores de óleo mineral.

O P&D 023 resultou em publicações em dois periódicos internacionais, três trabalhos apresentados em um congresso internacional e dois em nacionais. Na avaliação do coordenador do projeto:

[...] como o financiamento vem de dinheiro público tem que ser aberto para todo mundo, eu acho que não faz sentido eu estar desenvolvendo um projeto aqui e outra pessoa estar fazendo tudo nas escondidas também. Tinha que haver um modo bem mais aberto e claro, até para se ter uma ideia do que está sendo desenvolvido. É meio complicado fazer uma coisa para ficar escondido aqui dentro. Mas também é complicado fazer isso porque envolve muitas coisas, gasta dinheiro, então não sei como seria isso (RELATO DO GERENTE DO P&D 023, nov. 2009).

#### **4.4.4 P&D 051 – Usina Termelétrica solar experimental de 10 kW utilizando concentradores cilíndrico-parabólicos**

O projeto de P&D 051 teve início em 2001 e foi concluído em 2007. O gerente do projeto foi um engenheiro eletricista da CEMIG, especialista na área de energia solar.

O projeto da Usina Termelétrica Solar foi ideia do engenheiro e coordenador do projeto, por representar tecnologia original e ainda inexistente no Brasil, presente comercialmente só nos Estados Unidos, e experimental na Espanha. Apenas duas empresas no mundo fabricam essa tecnologia, por isso a CEMIG se interessou em desenvolver esse projeto, propondo fazê-lo com o máximo de material e equipamentos nacionais. Portanto, foi uma ideia gerada dentro da CEMIG e seu desenvolvimento praticamente partiu do zero.

A ideia inicial do projeto era comprar um equipamento já existente nos Estados Unidos, estudá-lo a fundo e tentar fazer outro, igual, com as condições brasileiras. Só que a empresa norte-americana não vende uma unidade, apenas vende em grande escala, com a venda atrelada à assistência técnica deles (caixa preta). A CEMIG, então, resolveu aceitar o desafio tecnológico: desenvolver um concentrador de secção parabólica e formato cilíndrico (cilíndrico-parabólico) que acompanha o sol e reflete toda a radiação solar sobre um tubo localizado na linha do foco do concentrador. A inovação ocorreu quando se decidiu utilizar o alumínio anodizado, material altamente reflexivo, como superfície de reflexão, no lugar de espelhos de vidro.

O gerente do projeto explicou que a incidência dos raios solares e sua concentração no foco dos concentradores provocam um grande aumento na temperatura do tubo. Nesse tubo, circulam fluidos térmicos, que transferem calor a um gerador de vapor, que, por sua vez, expande uma turbina para gerar eletricidade.

O parceiro da CEMIG para esse projeto, e a quem coube a coordenação técnica e montagem da usina, foi o Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET-MG. Não existiram empresas diretamente envolvidas no projeto, mas subcontratadas quando foi necessário para prestação de um serviço ou

construção de peça específica. O parceiro foi escolhido a partir da manifestação de interesse de professores do CEFET no projeto em questão. Eram feitas reuniões de trabalhos constantemente, com professores de áreas específicas, sob a liderança de um deles, que ficou como coordenador técnico do projeto

Os objetivos a serem atingidos com o projeto, descritos no Manual da ANEEL, diziam respeito a:

Construir e operar uma mini usina termelétrica solar experimental para determinar seu desempenho dentro de um sistema elétrico interligado ou operando *stand-alone* em comunidades isoladas; absorver a tecnologia desse tipo de geração elétrica para eventual utilização no parque gerador da CEMIG; definir o grau e as condições de viabilidade dessa tecnologia como fonte de geração distribuída e testar nova concepção de usina desse tipo (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2001).

Consta ainda no Manual da ANEEL que se pretendia desenvolver “um protótipo de usina termelétrica solar de 10 kW, utilizando cilíndrico-parabólicos” (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2001).

O Manual da ANEEL ressalta que os resultados esperados com esse projeto de P&D deveriam ser:

Melhoria da qualidade do serviço prestado; viabilização de uma nova fonte de energia elétrica, renovável e de baixo impacto ambiental, possibilitando a diversificação do parque gerador; absorção, aperfeiçoamento e adaptação às condições brasileiras de um novo dispositivo tecnológico e criação de um novo produto industrial nas áreas de utilização do alumínio e da fabricação de turbinas de pequeno porte (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2001).

Segundo o coordenador, um dos objetivos do projeto era capacitar a indústria não só na construção do produto, devido ao fato de que o projeto precisa de empresas que fabriquem o alumínio anodizado, que é altamente demandado, e também trazer indústrias de ponta para a produção desse alumínio. Para ele, o grande desafio do P&D 051 é que se criasse mercado com demanda para o vapor e a energia que são gerados nesse equipamento. Após o término da fase de testes, pretende-se fazer uma demonstração do produto em *workshops* e a montagem de uma usina piloto, na escala de 1 a 3 MW, para então ser testada a viabilidade comercial. Muitas indústrias, principalmente a indústria de alimentos que exige temperaturas baixas (na faixa de 100 a 200 °C), se não necessitarem da energia

elétrica, podem funcionar com o vapor gerado pelo processo que pode ser utilizado em outras aplicações, como refrigeração, e pode ser comercializado separadamente.

Com relação ao acompanhamento do desenvolvimento do projeto, o gerente do projeto pela CEMIG relatou que as reuniões eram feitas, inicialmente, com uma periodicidade semanal, mas, com o tempo, foi se adequando sua periodicidade, passando a realizá-las quando havia necessidade, já que a comunicação por e-mail também facilitava a troca de informações.

Na avaliação do coordenador do P&D 051, a interação entre os executores do projeto e o gerente CEMIG durante o desenvolvimento do projeto ocorreu de forma bem participativa. Primeiramente, foi feita a concepção do projeto, com as atas e notas de reunião. O coordenador pela CEMIG fez inicialmente o cálculo do dimensionamento do sistema (distância focal, de abertura, temperatura de trabalho provável, etc.) e passou para o CEFET, que contratou uma empresa para fazer o desenho do projeto estrutural do primeiro módulo.

O acompanhamento da evolução do mercado e da tecnologia ao longo do projeto foi feito por meio de viagens técnicas aos Estados Unidos, para conhecer de perto a tecnologia. Foram realizadas visitas, reuniões com órgãos americanos, e discussões técnicas com o pessoal de Ciências e Tecnologia. Visitou-se também um laboratório que trabalha com testes de avião e armamento.

Com isso, foi feito o primeiro protótipo, que inclusive foi levado para uma feira realizada na CEMIG. Como esse protótipo ainda era muito pesado, novas reuniões foram feitas com o intuito de se fazerem alterações para fabricar um modelo mais leve. As decisões sempre foram tomadas em conjunto pela CEMIG e CEFET e as outras empresas só entravam como contratadas.

Segundo o gerente do projeto, a interação com possíveis interessados na industrialização dos resultados dependerá primeiramente do projeto piloto, para depois ser oferecido a potenciais interessados em industrialização do produto. Se o projeto for realmente de interesse e for confirmada a demanda para industrialização, as empresas interessadas serão capacitadas pela CEMIG.

Como se trata de uma tecnologia bem avançada e essa usina ainda é experimental, o coordenador acredita que o projeto poderia, assim que atingir a maturidade, alavancar a produção do alumínio anodizado no Brasil a médio prazo.

A curto prazo, o que pode ser feito é a demonstração da tecnologia.

Está no escopo do projeto o desenvolvimento de uma unidade piloto. As primeiras conversas com empresas interessadas em desenvolver uma unidade piloto, como a Chesf (Companhia Hidroelétrica do São Francisco), a Universidade Federal de Pernambuco, Petrobras, já foram iniciadas. Essa unidade piloto ainda não é comercial, mas possibilita ganhos de escala e a superação de desafios tecnológicos.

Na avaliação do coordenador da CEMIG, a originalidade do projeto -produção de energia elétrica a partir do alumínio - decorria da inexistência de similar nacional, e mesmo no mundo. Então, como essa ideia era muito avançada para a época, foi difícil encontrar parceiros que estivessem dispostos a investir no projeto. Por isso, a primeira fase foi composta apenas pela CEMIG e CEFET, inclusive com o sacrifício de alguns professores, que não tiveram uma remuneração adequada pela participação. Segundo o engenheiro da CEMIG, o próprio professor do CEFET, por exemplo, pagava várias despesas do seu próprio bolso, porque é idealista e gosta do que faz.

Na visão do coordenador, o projeto é um sucesso, pois, segundo ele, é muito gratificante ter uma ideia e poder desenvolvê-la, apesar dos resultados dos testes finais ainda não serem conclusivos. No entanto, ele já o considera um sucesso em virtude da materialização de uma ideia que estava no papel e hoje é uma coisa fisicamente palpável.

Além disso, o processo de desenvolvimento do projeto também gerou várias outras ideias. Foi desenvolvido um rastreador solar, que é um mecanismo que faz o concentrador acompanhar o disco solar e necessita ser ajustado a todo momento. Os ajustes são feitos de duas maneiras: primeiro, através de um motor, que liga o rastreador a um eixo acoplado e o faz girar exatamente 360° graus a cada 24 horas, o segundo, é feito através de um equipamento que realiza o ajuste fino. Esse ajuste fino foi trabalho de um professor do CEFET, que é passível de patente, sendo objetivo futuro requisitar um pedido de patente nacional.

Para a CEMIG, o interesse é diversificar fontes de energia, embora isso ainda seja a médio e longo prazo. O projeto possibilita à CEMIG deter o direito de propriedade com exclusividade e caso seja solicitada a patente, ela será em conjunto com o CEFET. O equipamento não é uma inovação, pois já existe no

mundo, porém o uso do alumínio no equipamento é inédito.

Como se trata de uma unidade modular, a CEMIG pode, a longo prazo, colocar esses módulos em locais isolados para produzir energia. Futuramente, algumas indústrias de massa que possuem contrato com a CEMIG para compra de energia poderão usar esse equipamento para reduzir suas contas de energia.

Quanto ao processo de industrialização do equipamento, conforme anteriormente mencionado, os resultados ainda não estão sendo transferidos para a indústria. Os testes precisam ser finalizados, a CEMIG necessita organizar *workshop* para visitas e, depois, fazer um modelo piloto, que irá determinar, com mais precisão, o grau de economicidade e rentabilidade do equipamento.

Esse modelo piloto irá demandar alguns fornecedores, porque com a divulgação por meio de *workshops*, algumas indústrias serão chamadas e informadas que a CEMIG está desenvolvendo um equipamento inovador, o que, na visão do entrevistado, irá facilitar a identificação daquelas interessadas na industrialização. Informalmente, algumas empresas, como a Eletrobras, a Petrobras, a Chesf já mostraram interesse no equipamento.

Para o gerente da CEMIG, a ideia é envolver a indústria a partir da fase final, porque o projeto já foi concluído formalmente. A ANEEL já foi notificada, os testes e o relatório final também já foram feitos. Entretanto, ainda faltam os resultados dos testes, porque ocorreu uma série de obstáculos, como a quebra de equipamento, vidro estourado e a falta de sol, o que prejudicou os testes finais.

Segundo o engenheiro da CEMIG, o CEFET-MG foi o maior beneficiado com o projeto de P&D. A usina, inclusive, conforme cláusula no contrato, será integrada ao patrimônio do CEFET e a escola poderá fazer uma série de experiências. Poderão fazer testes de turbina, testes de produção de vapor, além de utilizar o equipamento para realizar um ciclo de refrigeração.

Numa avaliação final, o gerente do projeto 051 pela CEMIG defende que algumas modificações deveriam ser introduzidas no gerenciamento dos projetos CEMIG/ANEEL para que a transferência e a adoção dos resultados sejam facilitadas. Ele citou a realização de *workshops* internos para apresentar os projetos que terminaram e os seus resultados, a fim de que outros profissionais e setores da CEMIG tenham informações sobre os resultados obtidos. Acrescentou que a própria ANEEL também deveria enviar uma equipe para verificar os resultados do

projeto após sua conclusão. Além do relatório, poder-se-ia promover uma apresentação e elaborar algo como um *check-list* com perguntas padrão.

Na avaliação do gerente, para esse primeiro projeto os objetivos foram alcançados. Entretanto, o projeto não teve como finalizar a compra e instalação de uma pequena unidade de turbina/gerador de vapor, pois o mercado nacional não dispunha de equipamento nessa escala e a aquisição de unidade importada ficaria muito fora do orçamento

Um segundo projeto de P&D (P&190) foi submetido à ANEEL, mas com a finalidade de aperfeiçoar tanto os concentradores como o rastreador, visando à sua instalação e preparando para um salto de escala com a instalação de unidade piloto na faixa de 1 a 5 MW.

#### ***4.4.5 P&D 084 – Predição e análise de informações de monitoramento em tempo real de LTs (linhas de transmissão)***

O projeto de P&D 084 teve início em 2003 e foi concluído em 2006. O gerente do projeto foi um engenheiro de tecnologia da CEMIG, especialista em linhas de transmissão.

Com o término do projeto de P&D 006 – monitoramento de linhas de transmissão em tempo real -, verificou-se que o Brasil poderia desenvolver algum sistema similar de informações sobre linhas de transmissão. Desta forma, a CEMIG iniciou um processo de identificação de possíveis fornecedores e, por meio de uma reunião entre a CEMIG e algumas entidades de pesquisa para apresentar as demandas tecnológicas requeridas por ela, foi identificada a Universidade de Juiz de Fora como um centro de pesquisa com competência técnica para ser parceira no projeto. Através de contatos feitos nessa reunião, a CEMIG demonstrou seu objetivo de possuir um sistema de monitoramento de linhas para ser desenvolvido por alguém no Brasil. Desta forma, foi definido o parceiro da CEMIG para tal projeto, a Universidade Federal de Juiz de Fora.

Os objetivos a serem atingidos com o projeto, descritos no Manual da ANEEL, diziam respeito a:

Desenvolver um programa computacional, com interface amigável que criticará e corrigirá as séries históricas de grandezas de interesse tais como corrente elétrica, tensão mecânica nas linhas de transmissão, distância cabo-solo e temperatura de linha da LT Neves 1-2, 138 kV que fornecerá subsídios para análise de causas de contingências no sistema; desenvolver um sistema inédito de medição de distância linha-solo, que apresente um custo de implementação menor que os sistemas atuais; definir a viabilidade técnica do sistema de medição; construir um protótipo funcional em laboratório; desenvolver as ferramentas de telecomunicações para otimização dos sistemas remotos de comunicação de dados em tempo real; desenvolver plataforma amigável em WEB (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2001).

Consta ainda no Manual da ANEEL que se pretendia desenvolver:

[...] programa computacional, com interface amigável que criticará e corrigirá as séries históricas de grandezas de interesse nas linhas de transmissão; protótipo de sistema inédito de medição de distância linha-solo, que apresente um custo de implementação menor que os sistemas atuais; protótipos de dispositivos de telecomunicações para otimização dos sistemas remotos de comunicação de dados em tempo real; plataforma amigável em WEB para utilizar os recursos disponíveis de infra-estrutura para base de dados relacional e em tempo real; uma tese de Mestrado; uma tese de Doutorado (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2001).

O Manual da ANEEL ressalta que os resultados esperados com esse projeto de P&D deveriam ser:

Melhoria do processo interno e melhoria da qualidade do serviço prestado: Para que se tenha segurança quanto à corrente aplicável numa determinada linha. O armazenamento de informações ao longo dos meses e dos anos produz as séries históricas das grandezas medidas. Através destas séries podem-se aplicar métodos estatísticos que subsidiarão novas estratégias de operação de linhas de transmissão. Uma grandeza muito importante para monitoração do estado de uma linha é a sua distância ao solo. Temperatura, tensão mecânica e corrente elétrica estão relacionadas a esta distância (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2001).

Na avaliação do gerente do projeto, a interação entre os executores do projeto 084 e a CEMIG aconteceu de uma forma natural, porque os professores da universidade já conheciam algumas áreas de estudos em linhas de transmissão. Os conhecimentos dos parceiros foram associados, o que gerou ganhos no desenvolvimento do programa computacional. Segundo relato do gerente, a gestão do projeto ocorreu por meio de visitas a Juiz de Fora uma vez a cada dois meses para o acompanhamento e desenvolvimento técnico.

O principal resultado do P&D 084 foi ter um sistema montado em protótipo de laboratório que utiliza uma técnica inédita de monitoramento de linha. Na verdade,

são dois produtos resultantes do projeto, sendo que um é o programa computacional e o outro é o protótipo. O coordenador explica que o protótipo é um sistema que se coloca no condutor de uma forma física, o qual mede o movimento do condutor e o sistema é colocado na própria linha. O programa computacional toma as informações desse protótipo, que é um *hardware*, e trata essas informações. Além de ele tratar as informações desse sistema, ele consegue decodificar as informações daqueles outros sensores que a CEMIG adquiriu no P&D 006. Com isso, ele se tornou um sistema genérico, sendo esta a inovação do *software*.

Quando o projeto 084 terminou, o protótipo gerado se tornou “um protótipo de laboratório”, ou seja, ele valida a tecnologia, porém, para que o mesmo seja colocado em prática, é necessário fazer o desenvolvimento do cabeça-de-série. Sendo assim, já foi captado um novo recurso para o desenvolvimento do denominado cabeça de série, com previsão de início em 2009.

Houve duas ações para a proteção do protótipo e do programa. A primeira ação foi fazer o registro do *software* e a segunda ação foi fazer o registro de pedido de patente do protótipo.

A transferência dos resultados está, por enquanto, só com a CEMIG e com a Universidade de Juiz de Fora, mas, com a realização do cabeça de série, já se pensa na transferência para uma indústria.

Segundo o entrevistado, existe uma empresa em Belo Horizonte que demonstra interesse em desenvolver essa tecnologia. E apesar de não ser o negócio da CEMIG, se houver industrialização desse equipamento, ela pode vir a participar dos *royalties*, além de aplicar no seu sistema. As principais dificuldades encontradas na absorção dos resultados do projeto 084 ocorreram na fase de testes. A técnica implementada é bem fácil de ser feita em laboratório, porém, quando foi aplicada diretamente no condutor, onde existem outras variáveis, a complexidade aumentou, ou seja, o cabo balança muito, o cabo vibra muito, o que interfere nos resultados. Por isso teve-se que desenvolver vários sistemas que minimizassem esses efeitos. Com esses problemas corrigidos, chegou-se em um protótipo final, que funcionou em uma linha experimental.

Os principais fatores facilitadores, na visão do coordenador do projeto, foram o conhecimento físico e matemático dos envolvidos da Universidade de Juiz de

Fora, e a capacitação tanto profissional quanto acadêmica do corpo técnico. Pelo lado da CEMIG, o conhecimento prévio da aplicação da tecnologia foi um dos fatores que facilitou o desenvolvimento do P&D 084.

Segundo relato do gerente do projeto, a gestão do P&D 084 foi menos rigorosa, sem muitas cobranças quanto ao cronograma físico, porém, com cobranças quanto ao cronograma financeiro. Ele conclui que a gestão fluiu de forma bem natural e gerou inovação, que foi o grande objetivo do projeto. A grande inovação do projeto foi construir um sistema nacional de monitoramento de linhas de transmissão e desenvolver um *software* que consegue ler qualquer outro sistema de monitoramento. E é esse *software* que está sendo utilizado hoje. Além disso, o projeto permitiu que o laboratório da universidade de Juiz de Fora fosse equipado.

O gerente do projeto sugere algumas modificações na forma da condução dos projetos, tais como menos burocracia para uma maior praticidade da gestão dos projetos, equipe madura para gerir os projetos aplicando técnicas de análise amostral, e auditorias de forma aleatória que pudessem de alguma forma garantir o cumprimento dos objetivos propostos nos projetos de P&D focados em inovação.

O gerente do projeto concluiu reafirmando que o P&D 084 foi um sucesso, pois foi desenvolvido um sistema computacional que utilizou a tecnologia toda voltada para a *web*, e até então essa era uma novidade na área de engenharia. Portanto, na sua avaliação, o modo como foi desenvolvido para processamento em *web* foi um ponto que agregou ainda mais valor ao *software*. Em relação ao protótipo, foi o primeiro uso de GPRS como meio de comunicação que, para a CEMIG, também foi um ponto de destaque. O GPRS (*GENERAL PACKET RADIO SERVICE – GPRS*, 2011) comunica dados utilizando telefonia celular móvel. GPRS é uma tecnologia de transferência de dados GSM com taxa de velocidade que varia entre 40 e 170 kbps (do inglês, *General Packet Radio Service*). É uma evolução da tecnologia celular GSM. Proporciona maiores velocidades de transmissão de dados, sendo ideal para o acesso à Internet móvel. Em teoria, uma rede GPRS pode transmitir dados no limite de 171.000 bits/s, contra 28.800 bits/s de um modem de PC e 9.600 bits/s dos celulares atuais.

#### **4.4.6 P&D 110 – Pesquisa Aplicada em tecnologia de sensores ópticos a fibra**

O projeto de P&D 110 teve início em 2003 e foi concluído em 2006. O gerente do projeto foi um engenheiro de tecnologia da CEMIG, especialista em linhas de transmissão.

A origem do P&D 110 foi decorrente de uma reunião entre a CEMIG e algumas entidades de pesquisa para apresentar as demandas tecnológicas requeridas por ela. Através de contatos feitos nesse evento, surgiu a proposta do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações - CPQD de Campinas, onde se domina a tecnologia para desenvolvimento de sensores ópticos. Sendo assim, o parceiro da CEMIG, para esse projeto, foi o CPQD, em Campinas.

O gerente do projeto esclarece que o CPQD é um dos melhores centros de pesquisa e de gestão de P&D que ele conhece, por ser um centro de desenvolvimento tradicional e por possuírem corpo técnico muito preparado. Ele afirmou desconhecer outro centro no Brasil tão fácil de lidar quanto o CPQD. Segundo o coordenador do projeto, tudo é muito organizado e internamente eles possuem um departamento para desenvolvimento de *software*, o que oferece grande ajuda, principalmente porque tudo ali é informatizado.

Conforme relato do gerente, o P&D 110 possui uma característica um pouco diferente dos outros que ele gerenciou (P&D 006 e 084), uma vez que o CPQD é um centro de pesquisa na área de telecomunicações, e como o produto é aplicado no setor de energia, houve um investimento da CEMIG para mostrar ao CPQD o que é projeto de linha de transmissão. A partir disso, o CPQD se capacitou mais nesse tema e foram realizadas reuniões mensais e bimestrais para a troca de conhecimento.

Na avaliação do coordenador, houve uma troca de conhecimentos muito grande entre a CEMIG e o CPQD, pois o CPQD ofereceu, para os engenheiros da CEMIG, um treinamento na área de sensores ópticos, um tema em que a CEMIG tinha pouco conhecimento. Desta forma, houve uma interação muito interessante entre os parceiros, partindo de áreas diferentes, que é telecomunicações para o setor elétrico e vice-versa.

Os objetivos a serem atingidos com o projeto, descritos no Manual da ANEEL, dizem respeito a:

Identificar as tecnologias ópticas envolvidas nos sensores, e quais os parâmetros ópticos: intensidade, Fase, Polarização, Comprimento de Onda que são alterados de forma a definir os componentes ópticos e fibras ópticas que permitam a compatibilidade de sua utilização de forma a atender a um Sistema de Monitoração de Sensores em uma Linha Aérea de Transmissão (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2003).

Consta ainda no Manual da ANEEL que se pretendia desenvolver:

Protótipo de sistema de monitoração Remota de Sensores à Fibra óptica para a supervisão das grandezas de tensão mecânica, vibração e temperatura em uma linha aérea de transmissão de energia elétrica (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2003).

O Manual da ANEEL ressalta que os resultados esperados com esse projeto de P&D deveriam ser:

Melhoria da qualidade do serviço prestado; eficiência na localização de falhas ao longo da rede provoca uma redução de custos operacionais de manutenção, pois possibilita a redução dos tempos de localização e reparos de falhas, otimizando o trabalho das equipes de manutenção para uma atuação mais rápida no reparo da mesma e aumentando com isso a qualidade do serviço prestado ao cliente. A capacitação científica e tecnológica na utilização de sensores ópticos à fibra permitirá um conhecimento desta tecnologia de ponta propiciando a concessionária à especificação e aquisição destes sensores com uma avaliação custo/benefício tanto técnica quanto econômica destes produtos (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2003).

Conforme mencionado, a interação com o parceiro, no caso o CPQD, ocorreu de forma bem participativa, por intermédio de reuniões em Campinas e em Belo Horizonte e através de treinamentos técnicos de forma sistemática. A cada seis meses ocorria um treinamento específico de evolução do que estava sendo desenvolvido e ao mesmo tempo eram mostrados conceitos teóricos sobre a aplicação da fibra óptica como sensor.

Não houve um acompanhamento da evolução do mercado para a tecnologia de fibra óptica na fase de desenvolvimento. Nas palavras do gerente:

[...] a CEMIG se encontrava em uma fase embrionária de desenvolvimento do primeiro sensor óptico no Brasil. Com isso a CEMIG não tinha uma visão de mercado, porém sabia que poderia ser um potencial sistema a ser utilizado, visto que existem vários trechos com cabo que já tem a fibra que são utilizados pela CEMIG. A aplicação do sensor na fibra era uma inovação (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2003).

O projeto também desenvolveu um protótipo inédito de monitoramento usando uma técnica chamada Grade de Bragg, que é um sensor óptico e que utiliza o próprio cabo OPGW (PRYSMIAN, 2011) das linhas em operação. Conforme relato do gerente do projeto, a CEMIG não conhece sistemas similares ao que foi desenvolvido no projeto operando no mundo. Cabo OPGW (*Optical Ground Wire*) são os cabos OPGW são cabos especiais capazes de executar simultaneamente as funções de condutor-terra de proteção das linhas de transmissão contra descargas atmosféricas e provedor de interconexões de alta capacidade para telecomunicações, graças às fibras ópticas de seu interior.

O sistema foi concebido e testado, mas existe um item do sistema que ainda é muito caro. Durante o período do projeto, esse item foi utilizado e depois o CPQD o retirou porque ele fazia parte do ativo do CPQD. Durante o período de teste, que durou um ano, ele ficou um mês em operação e depois parou de funcionar. parei

Durante a Semana de Inovação Tecnológica, que é um evento promovido pela CEMIG, o parceiro do projeto esteve em Belo Horizonte participando do evento e demonstrou a tecnologia, o que é uma forma de disseminação do conhecimento.

O grande ganho obtido pela CEMIG com o P&D 110 foi um protótipo validado em campo, além da possibilidade de desenvolver o cabeça-de-série, a partir de 2009.

Quatro artigos foram produzidos relatando os resultados do projeto. Além disso, na visão do gerente do projeto, o P&D 110 abriu diversas portas para áreas diferentes, gerando novas possibilidades de desenvolvimento e novas áreas de aplicação. Já foi proposto nesse ramo o monitoramento de linhas subterrâneas, o que a CEMIG não imaginava que poderia ser feito, mas que já tem proposta para desenvolvimento.

O QUADRO 4, resume os seis projetos de P&D identificados, pelos gestores da instituição, com potencial de industrialização, detalhados anteriormente.

<b>SÍNTESE DOS PROJETOS DE P&amp;D DA CEMIG</b>						
	<b>P&amp;D 003</b>	<b>P&amp;D 006</b>	<b>P&amp;D 023</b>	<b>P&amp;D 051</b>	<b>P&amp;D 084</b>	<b>P&amp;D 110</b>
<b>TÍTULO</b>	Condutores compactos - Otimização e melhoria do desempenho de condutores compactos	Aplicação e disponibilização dos dados de monitoramento em tempo real de LT's (Linhas de Transmissão)	Revitalização de Transformadores de Potência	Usina Termelétrica solar experimental de 10KW utilizando concentrador es cilíndrico-parabólicos	Predição e análise de informações em tempo real de LT's	Pesquisa aplicada em tecnologia de sensores ópticos a fibra
<b>PARCEIROS</b>	Furukawa Industrial S.A. Fundação Christiano Ottoni-UFGM	_____	ABB e UFGM	CEFET-MG	Universidade Federal de Juiz de Fora	CPQD - Campinas
<b>OBJETIVOS</b>	Desenvolver e construir protótipo de cabos condutores compactos	Desenvolver metodologia de monitoramento de LT's	Desenvolver metodologia para revitalização do parque de transformadores de potência	Construir e operar uma mini-usina termelétrica solar	Desenvolver um programa computacional para monitoramento das LT's	Protótipo: sistema de monitoração de sensores à fibra óptica para supervisão de tensão mecânica
<b>RESULTADOS ESPERADOS</b>	Melhorar a qualidade do serviço; recapacitar de LT's; aumentar a potência transmitida com redução de perdas térmicas.	Aumento da capacidade de transmissão de LT's existentes	Conhecer o comportamento dos transformadores, em função do envelhecimento dos processos físicos e propor metodologia para revitalizá-los.	Viabilização de uma nova fonte de energia elétrica renovável e de baixo impacto ambiental, possibilitando a diversificação do parque gerador.	Desenvolvimento de software para monitoramento de LT's	Localização de falhas ao longo da rede para redução de custos de manutenção.
<b>INÍCIO</b>	2000	2000	2001	2001	2003	2003
<b>TÉRMINO</b>	2005	2002	2006	2007	2006	2006
<b>PATENTE</b>	Solicitada	Não	Não	Não	Solicitada	Solicitada
<b>RESULTADOS OBTIDOS</b>	Construção de linha experimental para introdução do cabo na rede	Domínio do uso da tecnologia importada p/ monitoramento das LT's	Desenvolvimento de um transformador refrigerado a óleo vegetal (maior duração e biodegradável).	Diversificação do parque gerador, através da nova fonte de energia.	Protótipo: sistema computacional e Programa computacional	Protótipo inédito de monitoramento que utiliza um sensor óptico.
<b>RESULTADOS ACADÊMICOS</b>	_____	Artigos científicos apresentados em Congressos Nacionais	Artigos científicos apresentados em congressos nacionais e uma tese de Doutorado	_____	Artigos científicos apresentados em Congressos e uma dissertação de Mestrado	Quatro artigos científicos apresentados em congressos

**Quadro 4: Síntese dos Projetos de P&D da CEMIG**

Fonte: Elaborado pela autora.

#### 4.5 Análise da Gestão dos Projetos da CEMIG

Para melhor compreensão da Gestão dos Projetos de P&D da CEMIG, foram realizadas entrevistas presenciais com os gerentes dos seis projetos de P&D pré-selecionados pela Superintendência de Tecnologia e Alternativas Energéticas da CEMIG, conforme explicado na Metodologia. As entrevistas foram direcionadas para a obtenção de informações relacionadas ao objetivo de pesquisa, e também para identificação dos componentes do modelo de análise elaborado pela autora deste trabalho.

A partir do modelo teórico elaborado e apresentado na página 60, analisamos as características dos elementos que compõem a gestão de P&D.

Verificou-se que, com relação à Primeira Dimensão - Planejamento Criterioso do Projeto -, onde se incluem a definição de recursos e aspectos gerais (aspectos contratuais e objetivos do P&D), cronogramas e resultados esperados, os projetos de P&D da CEMIG estão em conformidade com o considerado adequado pela literatura da área. Esse aspecto pode ser claramente evidenciado, devido à obrigatoriedade da aplicação dos recursos em P&D, prevista em lei e pelo regulamento do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento da ANEEL, que estabelece as diretrizes e orientações que regulamentam a elaboração de projetos de P&D por meio do Manual de Programa de Pesquisa e Desenvolvimento do Setor de Energia Elétrica. Ou seja, a submissão de projetos de P&D à avaliação da ANEEL deve estar enquadrada em formulário específico que exige o detalhamento de objetivos, resultados esperados, recursos, etc.

Da mesma forma, o planejamento do projeto está em conformidade com a literatura apresentada, principalmente a partir do modelo de 2ª geração de P&D, conforme Burgess e Smitham (1995), Irvine e Martin (1984), Jung, Ribeiro e Caten (2008), Liyanage et al. (1999), Mowery e Rosenberg (1979), Reis (2008), Rothwell (1991) e Roussel et al. (1991,1992), onde a probabilidade de uma melhor gestão de P&D ocorre com projetos objetivos e mais detalhados.

No que diz respeito à segunda dimensão de análise - execução e desenvolvimento do projeto -, três aspectos são ressaltados na literatura da área, conforme Jain e Triands (1997), Jung, Ribeiro e Caten (2008), Penteado (2007).

Quanto ao primeiro - **acompanhamento periódico e crítico da execução do projeto** - constata-se que, no caso dos projetos analisados, não há um padrão único. Isto, porque o acompanhamento com os parceiros foi por meio de reuniões, e-mails, telefonemas, conforme a percepção de necessidade do gestor ou do grupo, cabendo à ANEEL regulamentar o investimento no programa, acompanhar a execução dos projetos e avaliar seus resultados. Tal fato ocorre em todos os projetos analisados, porém apenas na data prevista de finalização dos mesmos.

Em outras palavras, a interação dos gestores dos projetos de P&D da CEMIG e os parceiros envolvidos ocorreram na medida do considerado necessário, com reuniões periódicas sem padrão definido e comunicação via e-mails e telefone, além do formulário da ANEEL enviado semestralmente à agência.

Nos projetos analisados, não há registros formais das reuniões, seja por meio de atas ou relatórios, o que pode comprometer o repasse das informações, dos progressos do projeto de P&D e das tecnologias ou metodologias desenvolvidas.

Segundo alguns relatos:

[...] as reuniões eram feitas com uma periodicidade semanal, mas com o tempo viu-se que não havia tanta necessidade e apenas haveria reunião caso surgisse um fato novo, o e-mail também facilitava essa troca (RELATO DO GERENTE DE P&D 051, nov. 2009).

[...] enquanto o projeto era só revitalização, a rotina (reuniões) era bem definida, até porque já estava tudo marcado. Mas quando inundou com as inovações que apareceram foi uma loucura, toda hora nós tínhamos que entrar em contato, eu cheguei até a fazer uma viagem para os Estados Unidos por minha conta para conhecer outros centros tecnológicos. Com a fase de inovação do projeto surgiu a necessidade de alterar o calendário, e essas reuniões aconteciam de uma forma mais informal, nós nos encontrávamos na medida em que havia necessidade (RELATO DO GERENTE DE P&D 023, nov. 2009).

O segundo elemento - **mecanismos de coordenação e controle** -, ou seja, proteção da propriedade intelectual e alternativas para imprevistos que podem ocorrer durante a execução do projeto, percebemos que, quanto à proteção do invento, inovação, método, procedimentos, ou qualquer outro resultado do P&D, parece haver necessidade de ajustes quanto à formalização sobre a responsabilidade e o papel de cada ator. Por exemplo, no projeto de P&D 003, não houve contrato entre os parceiros e, sim, acordo informal baseado em relação de confiança. Segundo relato do gerente do projeto 003 esse foi um dos fatores que impediu alcançar o objetivo do projeto de P&D:

[...] a falta de documentação do que era decidido de comum acordo e a definição das responsabilidades de cada participante apareceu como uma dificuldade, porque a CEMIG confiou na palavra da empresa e depois esta não cumpriu o combinado com relação ao cabo (RELATO DO GERENTE DE P&D 003, nov. 2009).

Quanto aos imprevistos que podem surgir no desenvolvimento do projeto, não há uma estratégia ou planejamento pré-definido para lidar com eles. Um exemplo disto é o que ocorreu neste projeto 003, em que a empresa parceira Furukawa foi vendida, a CEMIG não teve como continuar o projeto conforme planejamento inicial e não houve uma alternativa para suplantiar esse problema. De acordo com o depoimento do gerente do Projeto de P&D 003:

A CEMIG, por exemplo, estava com uma viagem marcada para visitar a fábrica da NEXOS (empresa que adquiriu a Furukawa) na Bélgica, conversar sobre o cabo e mostrar os resultados da linha experimental. No entanto, quando os primeiros resultados dos protótipos da linha experimental saíram, houve uma mudança e a NEXOS não mais recebeu a CEMIG (RELATO DO GERENTE DE P&D 003, nov. 2009).

Dos seis projetos analisados, apenas tres solicitaram patentes para proteção da propriedade industrial. Sendo assim, percebe-se pelos relatos dos entrevistados, que a questão da proteção ainda não é de grande importância para eles.

O terceiro elemento da segunda dimensão – Execução e Desenvolvimento do Projeto - **verificação e validação dos resultados** - engloba resultados relativos à capacitação e desenvolvimento de pesquisadores, aumento da capacidade de aprendizado da empresa, geração de novos produtos e processos, produção de conhecimento científico, verificação e validação dos resultados atingidos.

Segundo Liyanage et al. (1999), a gestão de P&D engloba diversos objetivos, entre eles, manter a competitividade e explorar o conhecimento organizacional. Tais objetivos pressionam a gestão de P&D, principalmente no que tange à geração de novos produtos e processos e produção de conhecimento científico, o que pode resultar em aumento da capacidade de aprendizado da empresa. Neste sentido, verificamos que os seis projetos analisados resultaram em maior capacitação e desenvolvimento dos profissionais.

Na percepção dos entrevistados, a gestão de P&D teve como consequência aumento da capacitação da equipe, aquisição de conhecimento, principalmente devido ao bom relacionamento entre os participantes e ampliação dos projetos de

P&D, característica desejável da quarta geração de gestão de P&D. Esta defende a exploração, ampliação e transferência de conhecimentos, sendo que a integração funcional aumenta a capacidade de aprendizado da empresa. Podemos comprovar com o relato a seguir:

Em termos de capacitação da equipe técnica, sempre é colocada nos projetos a necessidade de treinamento, de troca de informações. Então sempre houve um fornecimento de conhecimento técnico da universidade para a empresa, por isso existe a capacitação do corpo técnico (RELATO DO GERENTE DO PROJETO 006, nov. 2009).

Kruglianskas (1989) explica que um centro de P&D eficaz deve contar não só com recursos financeiros e materiais, mas principalmente com uma equipe de técnicos e pesquisadores competentes, criativos e motivados, capazes de continuamente gerar ideias para projetos potencialmente rentáveis para a empresa. Desta forma, percebe-se, pelos relatos e detalhamento dos seis projetos, grande aumento de conhecimento da equipe, visto o número de artigos científicos apresentados em congressos nacionais, além de uma dissertação de Mestrado e uma tese de Doutorado.

Os elementos internos do P&D – Terceira dimensão de análise - englobam três aspectos: a equipe, a gestão da informação e identificação de tecnologias já existentes na organização. Com relação à equipe, são analisados os seguintes aspectos: visão do gestor, gerenciamento do projeto, capacitação e interação da equipe, comprometimento das áreas funcionais e perfil do gestor, ou seja, o interesse com o projeto.

Conforme relato dos gerentes dos projetos de P&D, o primeiro elemento da terceira dimensão, a equipe, é escolhida ou definida conforme o interesse e conhecimento dos gerentes dos projetos de P&D. De acordo com Araoz (2000), Cooper e Kleunschmidt (1996), Danneels e Kleunschmidt (2001), MacCormack et al. (2001) e outros, a visão do gestor do projeto, a capacitação e interação da equipe, bem como o comprometimento das áreas são de fundamental importância para o bom andamento do projeto. Percebemos que, nos seis projetos analisados, o gestor do projeto trabalha praticamente sozinho, há pouco envolvimento de pessoas da área e não se verificou envolvimento de outras áreas funcionais ao longo da vida do projeto, ou seja, não se percebeu comprometimento das áreas funcionais, sendo este pequeno ou quase nulo, o que dificulta para o coordenador dos projetos de

P&D gerenciar todo o projeto, principalmente no que tange às questões administrativas. Neste sentido, estas características da gestão de P&D dos projetos analisados poderiam ser classificadas como sendo de um modelo de gestão de P&D de primeira geração por ser caracterizada por uma gerência de P&D isolada, autonomia na seleção e condução das pesquisas.

O perfil dos coordenadores dos projetos de P&D é bastante semelhante, visto que todos parecem ser dinâmicos, interessados e capacitados para coordenarem os projetos de P&D, principalmente por se tratarem de áreas específicas de conhecimento e especialização dos mesmos. A motivação dos gestores dos projetos é evidente. Isso pode ser comprovado na medida em que, ao elaborarem e coordenarem um projeto de P&D, não recebem remuneração adicional e aumentam suas atribuições, pois, além de trabalharem no projeto, coordenarem a equipe, geralmente multi-institucional, têm que despender tempo com as questões administrativas e prestação de contas do projeto de P&D.

Relatos dos gerentes dos projetos demonstram também a capacitação e interação da equipe como sendo um grande ganho para a CEMIG. Os depoimentos a seguir ilustram isto: “Os projetos geram aprendizado para todos os envolvidos, e quem ganha com isso somos nós e a CEMIG (RELATO DO GERENTE DE P&D 023, nov. 2009).” E também: “A participação em Congresso e Seminários nos obriga a capacitarmos e transmitirmos nossos conhecimentos.” (RELATO DO GERENTE DE P&D 051, nov. 2009).

Segundo relato dos gerentes dos Projetos de P&D analisados em profundidade, ficou muito claro que todos os gerentes entrevistados têm a mesma motivação para assumir os projetos, conforme relato dos mesmos :

Nada, nada. Nós trabalhamos no projeto e não recebemos nem a bolsa para mestrado, nós que temos que pagar. A coisa é tão errada que fiz o mestrado e quis fazer o doutorado, mas não consegui porque a CEMIG não me liberou porque estava trabalhando com o projeto de pesquisa (RELATO DO GERENTE DE P&D 023, nov. 2009).

E continuam: “Absolutamente nenhuma, ao contrário. Só obstáculos a superar.” (RELATO DO GERENTE DE P&D 051, nov. 2009). E ainda: “Eu gosto de lidar com tecnologia nova.” (RELATO DO GERENTE DE P&D 084, nov. 2009).

Na nossa avaliação, o segundo elemento da terceira dimensão de análise - a gestão da informação -, ou seja, a transferência de conhecimentos internos e

exploração do existente ocorrem de forma deficitária, pois em alguns projetos percebe-se dificuldade de comunicação entre os setores envolvidos, dificultando e atrasando os cronogramas previstos, e também a assimilação de conhecimento e troca de informações. Dos seis gestores entrevistados, três acreditam que houve troca e transferência de conhecimento entre pessoas e setores da organização. Os demais consideram que as informações e o conhecimento ficam restritos à área do projeto. Acredita-se que este problema deve-se às inúmeras exigências para realizar projetos de P&D. Segundo relato do gerente de P&D 023:

Por exemplo, eu sou o gerente do projeto, mas como eu estou em uma empresa mista, onde o majoritário é o Estado, nós temos que seguir a lei 8.666 e isso complica muito porque temos que fazer um processo de licitação, que depende de vários setores para que a licitação ocorra e às vezes precisamos do material com uma certa urgência porém as outras áreas nem sabem o que está acontecendo para a urgência do processo... (RELATO DO GERENTE DE P&D 023, nov. 2009).

Quanto ao terceiro elemento da terceira dimensão de análise – tecnologias existentes –, ele se refere à transferência de tecnologias entre setores da organização e, dentre os seis projetos de P&D, identificamos apenas um projeto que utiliza tal procedimento. Na maioria dos projetos, o que ocorre é a adaptação de tecnologias existentes em outros mercados. Isso significa que novas tecnologias ou aperfeiçoamentos gerados a partir de projetos de P&D parecem ficar restritos à área que o realizou, indicando comprometimento no aumento da capacidade de aprendizado da empresa, conforme desejável como característica a ser alcançada a partir do modelo de terceira geração de P&D (JUNG; RIBEIRO; CATEN, 2008; LYIANAGE et al., 1999; ROUSSEAL et al., 1991, 1992).

A quarta dimensão de análise – elementos externos - enfatiza as características referentes à adaptação de tecnologias existentes extramuros, atualização tecnológica, por meio do acompanhamento do mercado, reconhecimento de terceiros e redes/alianças. Com relação ao reconhecimento por parte de outros setores e empresas, percebemos que, com as parcerias, o reconhecimento é bem explícito e, com relação à CEMIG, os projetos que apresentam benefícios ambientais e econômicos de energia são reconhecidos e incentivados quanto à sua continuidade em outros projetos de P&D financiados pela ANEEL. Percebe-se uma extensão de projetos de P&D dando continuidade aos que já finalizaram, justamente para criação de protótipos, descoberta de novos produtos

que o projeto anterior não teve como continuar. Segundo relato de alguns gerentes: “Depois veio o 221, que é um projeto de monitoramento de transformador verde.” (RELATO DO GERENTE DO P&D 023, nov. 2009).

Com relação às tecnologias existentes externamente, sua atualização e acompanhamento da evolução extramuros são de grande importância no desenvolvimento dos projetos, visto que se pode melhorar algo que já existe e explorá-lo em profundidade, reduzir custos, evitar duplicação de pesquisas, facilitando e agilizando novos procedimentos, metodologias e produtos que possam vir a surgir com o P&D. Percebemos que, dos seis projetos analisados em profundidade, cinco projetos atualizaram tecnologias existentes e/ou acrescentaram novos elementos às mesmas. Segundo alguns relatos:

A primeira ideia do projeto era comprar um equipamento deles, estudá-lo a fundo e tentar fazer um igual com as condições brasileiras. Só que eles não vendem em hipótese alguma, só vendem em grandes quantidades e com toda assistência deles. Então uma caixa preta continua uma caixa preta (RELATO DO GERENTE DO P&D 051, nov. 2009).

Nós ficamos sempre a par, inclusive foram feitas viagens para a Noruega e para a França. Enquanto na CEMIG existe uma pessoa que lida com bombas de calor, na Noruega existem duzentos engenheiros que lidam exclusivamente com bombas de calor. Lá existe um intenso treinamento para que ocorra o desenvolvimento de tecnologias alternativas de energia (RELATO DO GERENTE DO P&D 096, nov. 2009).

Em nível do grupo envolvido nos projetos de P&D, os gerentes entrevistados acrescentaram também que o fluxo de conhecimentos e informações compartilhados ao longo do projeto favoreceu a gestão, na medida em que havia um bom relacionamento entre os parceiros. Neste aspecto, Rousseal et al. (1992) apontam como primordial, em projetos de P&D, a promoção do conhecimento e a troca de informações entre os participantes.

Hayami e Ruttan (1998) enfatizam a necessidade de se adaptarem produtos e processos em projetos de P&D. Percebemos a preocupação dos gerentes de P&D da CEMIG na busca e adaptação de tecnologias existentes com o propósito de melhorar ou criar algo novo na área de atuação. Eles, na maior parte das vezes, têm recursos previstos no projeto para visitar centros, até internacionais, que possuem tecnologia semelhante ou com excelência em P&D. Há, no entanto, casos de gerente que, com recursos próprios, viajaram para visitar empresas e centros de

pesquisa, com intuito de conhecer, avaliar e se atualizarem tecnologicamente. Segundo relato de um gerente de P&D da CEMIG:

Eu visitei alguns centros de pesquisa durante o desenvolvimento do projeto, a convite da ABB eu visitei uma fábrica deles nos EUA. Já existe na Califórnia e na Espanha uma usina parecida. Na Califórnia, a usina já funciona há mais de 20 vinte anos e está localizada em um deserto, é comercial e também a maior do mundo, além de possuir uma tecnologia muito bem desenvolvida. O que o projeto propôs além de destrinchar essa tecnologia foi fazer com o máximo de nacionalização possível. E quando se propõe algo tão inovador e desafiante, obviamente também há um desafio tecnológico (RELATO DO GERENTE DO PROJETO 051, nov. 2009)

Finalmente, na dimensão Realizar Objetivos Estratégicos – sete elementos -, a transferência de conhecimentos e de tecnologias, crescimento organizacional, aumento de competitividade, legitimação para manutenção de projetos de P&D, justificativa do projeto e a gestão da qualidade (otimizar ações) foram os elementos analisados nos seis projetos de P&D e conseguimos observar a ocorrência dos mesmos nos projetos de P&D. Segundo os relatos dos entrevistados, o crescimento organizacional gerado pelos projetos de P&D foram de extrema importância, visto as melhorias internas e externas à CEMIG que os projetos podem e já proporcionaram. Não podemos deixar de enfatizar que a lei que obriga as concessionárias a investirem em Projetos de P&D legitima a manutenção dos projetos, porém observa-se a preocupação do setor de que os projetos devem trazer benefícios organizacionais, seja na área ambiental, econômica, ampliação de conhecimentos e inovação. Por outro lado, não é reconhecido pelos entrevistados que o P&D faz parte e tem estreita relação com os objetivos estratégicos da organização. Parece haver um descolamento entre a elaboração de projetos de P&D – vinculados aos interesses dos profissionais do planejamento estratégico da empresa.

Além dos elementos do modelo de análise dos dados, outros aspectos foram analisados nos seis projetos de P&D da CEMIG, resumidos no QUADRO 5.

<b>CARACTERÍSTICAS DOS PROJETOS DE P&amp;D E DE SUA GESTÃO - VISÃO DOS ENTREVISTADOS</b>						
	<b>P&amp;D 003</b>	<b>P&amp;D 006</b>	<b>P&amp;D 023</b>	<b>P&amp;D 051</b>	<b>P&amp;D 084</b>	<b>P&amp;D 110</b>
<b>MOTIVAÇÃO</b>	* Cumprir a Lei * Melhoria operacional * Gostar de trabalhar c/ projetos	* Cumprir a Lei * Melhoria operacional * Gostar de trabalhar c/ projetos	* Cumprir a Lei * Melhoria operacional * Gostar de trabalhar c/ projetos	* Cumprir a Lei * Melhoria operacional * Gostar de trabalhar c/ projetos * Diminuição do consumo de energia	* Cumprir a Lei * Melhoria operacional * Gostar de trabalhar c/ projetos * Aproximação com grupos de pesquisa	* Cumprir a Lei * Melhoria operacional * Gostar de trabalhar c/ projetos * Aproximação com grupos de pesquisa
<b>SELEÇÃO DOS PARCEIROS</b>	* Existência de contatos anteriores  * Iniciativa do gerente do projeto	NÃO TEVE PARCEIROS	* Existência de contatos anteriores * Áreas de competência  * Iniciativa do gerente do projeto	* Existência de contatos anteriores * Áreas de competência  * Iniciativa do gerente do projeto * Interesse do parceiro	* Reuniões prévias  * Áreas de competência  * Iniciativa do gerente do projeto	* Reuniões prévias  * Áreas de competência  * Iniciativa do gerente do projeto
<b>FATORES FACILITADORES</b>	* Conhecimento específico * Coordenador qualificado	* Conhecimento específico * Coordenador qualificado	* Conhecimento específico * Coordenador qualificado * Envolvimento do parceiro * Comunicação eficiente * Motivação do gerente	* Conhecimento específico * Coordenador qualificado * Envolvimento do parceiro * Comunicação eficiente * Motivação do gerente	* Conhecimento específico * Coordenador qualificado * Envolvimento do parceiro * Envolvimento dos centros de pesquisa * Motivação do gerente	* Conhecimento específico * Coordenador qualificado * Envolvimento do parceiro * Envolvimento dos centros de pesquisa * Motivação do gerente
<b>FATORES DIFICULTADORES</b>	* Burocracia da ANEEL * Falta de tempo do gerente para dedicação integral * Mudanças no ambiente (fusões e aquisições) * Falta de formalização	* Burocracia da ANEEL	* Burocracia da ANEEL	* Burocracia da ANEEL * Falta de tempo do gerente para dedicação integral	* Burocracia da ANEEL * Falta de tempo do gerente para dedicação integral	* Burocracia da ANEEL * Falta de tempo do gerente para dedicação integral
<b>MODIFICAÇÕES SUGERIDAS</b>	* Acompanhamento da ANEEL * Pré-estabelecer reuniões	* Acompanhamento da ANEEL * Seminários de apresentação dos resultados * Diminuição da burocracia, agilizando o processo	* Acompanhamento da ANEEL * Seminários de apresentação dos resultados * Diminuição da burocracia, agilizando o processo	* Acompanhamento da ANEEL * Seminários de apresentação dos resultados	* Treinamento da equipe * Diminuição da Burocracia agilizando o processo	* Acompanhamento da ANEEL * Seminários de apresentação dos resultados * Diminuição da Burocracia agilizando o processo

**Quadro 5: Características dos Projetos de P&D e sua Gestão na Visão dos Entrevistados**

Fonte: Elaborado pela autora.

Segundo Kruglianskas (1989), uma das características marcantes de centros eficazes de P&D é a existência de mais ideias para projetos do que de recursos disponíveis para sua execução. Desta forma, a seleção de projetos é de extrema importância, pois se deve decidir pela execução de projetos considerados prioritários em detrimento de outros, que deverão aguardar oportunidades mais propícias. Na nossa avaliação, o que parece determinar a realização do projeto de P&D é a identificação da oportunidade de melhoria operacional e interesse do gestor. Ou seja, não nos pareceu que há um planejamento de caráter estratégico que defina e estabeleça as prioridades para desenvolvimento tecnológico ou em processos para a organização. Em outras palavras, a submissão e realização de projetos de P&D da CEMIG parecem estar relacionadas com o modelo de primeira geração de P&D, onde a autonomia na seleção e condução de pesquisas ocorria de maneira isolada pelas áreas que gerenciavam o P&D.

Percebemos que, quanto à motivação na execução dos projetos de P&D da CEMIG, o cumprimento da Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000 (BRASIL, 2000) - que estabelece percentuais mínimos a investir em programas de pesquisa e desenvolvimento (P&D) pelas empresas concessionárias de energia elétrica -, obrigatoriedade imposta pela ANEEL desde 2000, foi um fator citado por todos os entrevistados. Entendemos com isso que o modelo de segunda geração de P&D começa a transparecer no que tange à seleção dos projetos com propósitos e objetivos definidos com períodos específicos, sendo uma das características desse modelo. A melhoria operacional e maior aproveitamento do sistema, desenvolvimento de tecnologias inovadoras no campo de energias alternativas, aproximação com grupos de pesquisa e diminuição do consumo de energia (eficiência energética) foram outros fatores que motivaram os projetos de pesquisa, na visão dos gerentes de projetos de P&D da CEMIG.

Foi uma iniciativa da área, Desenvolvimento e Engenharia da Distribuição. A proposta foi feita em 2002, e surgiu como uma identificação da própria área de uma necessidade da CEMIG, ou seja, surgiu como uma demanda operacional (RELATO DO GERENTE DE P&D 023, nov. 2009).

[...] objetivo de aproximar do centro de pesquisa [...]. Não havia um problema como fato gerador dos projetos. Na realidade, criou-se a lei de projeto de pesquisa da ANEEL e com ela a demanda por projetos, então se buscou trabalhar essa demanda (RELATO DO GERENTE DE P&D 084 e 110, nov. 2009).

Quanto à seleção dos parceiros dos projetos de P&D analisados, percebemos que foram selecionados pelos próprios engenheiros da CEMIG e coordenadores dos projetos via contato ou relacionamentos anteriores, reuniões com engenheiros da empresa parceira e com pesquisadores universitários. Isto é visto como positivo pelos teóricos da área, que defendem que é necessário que exista uma ação de intercâmbio, transferência de conhecimentos e tecnologias internas e externas entre os agentes de P&D. Isto, e também a importância em se trabalhar com parcerias, visto que capacitações diferenciadas, e na maior parte das vezes complementares, são fatores fundamentais para projetos de P&D bem sucedidos (BATELLE, 2001; GORDON, 2002; HAYAMI; HUTTAN,1998; KAYMACÇALAN, 2000; TERRA; TERRA, 2003).

A seleção e envolvimento dos parceiros empresariais dos projetos de P&D da CEMIG foram, muitas vezes, indicados por pesquisadores ou outras empresas e também por meio de realização de *workshops* para apresentação de resultados, onde surgiram eventuais interessados em industrializá-los ou utilizá-los , o que facilitou na escolha dos parceiros empresariais.

A realização de reuniões para que os parceiros acadêmicos apresentassem suas áreas de competência em pesquisa resultou em indução dos projetos; principalmente por universidades que os gerentes dos projetos de P&D ou engenheiros da CEMIG estavam realizando cursos de Pós-graduação, Mestrado ou Doutorado. Percebe-se claramente, na Gestão dos Projetos de P&D da CEMIG, que as inovações oriundas dos projetos entrevistados, sejam elas em metodologias, processos, procedimentos e métodos tiveram origem nas parcerias que contribuíram no processo de P&D como um todo.

Na avaliação dos entrevistados, a transferência dos resultados é muito incipiente, mas poderá ocorrer mediante demonstração da tecnologia, solicitação de patente, projeto piloto para geração de interesse na indústria e eventos técnicos e seminários.

Guimarães et al. (2009) orientam que a pesquisa industrial partilha sua busca de novos conhecimentos, mas suas metas são, em geral, diferentes daquelas do pesquisador acadêmico. Na indústria, o objetivo da pesquisa é o conhecimento aplicável às necessidades comerciais da empresa, que a capacite a participar da vanguarda da nova tecnologia ou a lançar as bases para o desenvolvimento de

novos produtos ou processos. Como já identificado por Renaut et al. (2007), os resultados dos projetos de P&D são a busca por inovação, no sentido da nova tecnologia ser repassada para o setor industrial e materializada para uso comercial.

Desta forma, a absorção dos resultados pela CEMIG, em termos financeiros, segundo os entrevistados, será a médio e longo prazo, por recebimento de *royalties* das empresas que irão industrializar os inventos e também pela possibilidade de licenciamentos de produtos gerados pelos projetos de P&D.

Quanto aos fatores facilitadores, a motivação dos gerentes foi apontada nos seis projetos de P&D analisados como sendo o fator que mais facilitou a gestão dos projetos de P&D. Os entrevistados deixam claro que a motivação em questão é “de eles gostarem daquilo que fazem”. O conhecimento específico, envolvimento do grupo participante e coordenador qualificado também são fatores verbalizados pelos entrevistados que facilitaram a gestão dos projetos. A escolha dos parceiros também foi outro diferencial apontado pelos entrevistados, pois o comprometimento ou não do parceiro envolvido pode facilitar ou dificultar a gestão dos projetos de P&D. A facilidade de comunicação, envolvimento dos centros de pesquisa, gestão dos projetos e recursos que facilitam o envolvimento com as universidades foram outros fatores que facilitaram a gestão dos seis projetos de P&D analisados.

Dentre as dificuldades encontradas na valorização industrial/absorção dos resultados dos projetos de P&D, a burocracia da ANEEL foi um dos fatores mais apontados, além da falta de formalização entre as partes (CEMIG/ parceiros), mudanças no ambiente, como fusões e aquisições tecnológicas, já elucidadas anteriormente.

Quando perguntados sobre as modificações que deveriam ser introduzidas no gerenciamento dos projetos CEMIG/ANEEL para facilitar a transferência e a adoção dos resultados, os entrevistados citaram o treinamento da equipe com atualizações necessárias, melhor acompanhamento da ANEEL, seminários de apresentação dos resultados, diminuição da burocracia para agilizar o processo e sensibilização da alta administração da organização com a atividade de P&D. Isto, porque os gerentes envolvidos com P&D continuam com as suas atividades normais, sendo muitas vezes sacrificante conduzir os projetos de P&D e suas obrigações com a CEMIG. Os relatos a seguir resumem as principais queixas dos gestores de P&D da empresa:

1. O que faltou foi uma espécie de work-shop interno para apresentar os projetos que terminaram e os seus resultados, até para a CEMIG conhecer como tudo funciona. A própria ANEEL também deveria enviar uma equipe para verificar os resultados do projeto após sua conclusão e não fazer isso apenas por relatório poderia ser por meio de uma apresentação oral, por exemplo (RELATO DO GERENTE DO P&D 84, nov. 2009).
2. Eu acredito que o mais grave de todos os problemas que nós temos é que a maior parte dos superintendentes acha que os gerentes deveriam se dedicar aos projetos de P&D fora do horário de trabalho. Essa é uma dificuldade muito grande, e acaba-se desenvolvendo pesquisa como uma espécie de doação do funcionário para a empresa (RELATO DO GERENTE DO P&D 003, nov. 2009).
3. A maior parte dos departamentos acha que os projetos são atividades não vinculadas ao trabalho. Esse é um fator dificultador porque nós ficamos sem tempo para nos dedicarmos aos projetos. Não existe reconhecimento por parte da CEMIG da importância do gerenciamento dos projetos (RELATO DO GERENTE DO P&D 051, nov. 2009).
4. Não existe motivação para que os funcionários assumam gerências de projetos de P&D, na realidade, muitas pessoas ficam escapando. A única compensação que se possui por acumular as funções de funcionário da CEMIG mais as atividades de gerências são as viagens feitas ao exterior (RELATO DO GERENTE DO P&D 096, nov. 2009).

Percebe-se que os seis projetos de P&D analisados apresentam características semelhantes e os problemas identificados são passíveis de ajustes, para que se encaixem melhor no modelo proposto pela autora deste trabalho, e que representa os principais fatores, divulgados pela literatura da área, como essenciais ao desenvolvimento e gestão de P&D bem sucedidos.

No próximo capítulo, apresentamos as considerações finais e principais conclusões do trabalho, bem como suas limitações e sugestões de novos estudos.

## 5 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo, são apresentados os comentários finais sobre nossa pesquisa, as limitações do trabalho e sugestões de pesquisa futura.

Conforme mencionado na Introdução, o objetivo desta pesquisa foi atualizar os resultados dos Projetos de P&D desenvolvidos pela CEMIG, iniciados entre fevereiro de 2000 e 2005 e finalizados até fevereiro de 2008 e analisar a gestão dos mesmos, avaliando os mecanismos de coordenação e controle, resultados alcançados e elementos dificultadores/facilitadores da atividade. Para alcançar os objetivos propostos, o aprofundamento teórico sobre o tema P&D, principalmente no setor elétrico, foi de fundamental importância para identificar elementos que contribuíram ou dificultaram a gestão de P&D na CEMIG.

No referencial teórico, foi feito o levantamento do estado da arte de P&D privilegiando, especificamente, suas definições, tipos e objetivos estratégicos e os elementos que compõem a gestão de P&D. Sendo assim, elaboramos um modelo conceitual para a análise dos dados, apoiados em autores como Aenor (2002); Araoz (2000); Earto (2000); Hasegawa e Furtado (2006); Jung, Ribeiro e Caten (2008); Kaymakçalan (2000); Liyanage et al. (1999); Roussel et al. (1991).

Porém, esses autores tratam dos elementos da gestão de P&D de forma separada, indicando uma lacuna na pesquisa em que se avalie a relação entre os elementos internos e externos para uma gestão eficiente de P&D, o que é proposto no denominado modelo de quinta geração de P&D.

Sendo assim, procurou-se conjugar os elementos da gestão de P&D para elaborar um modelo que os englobasse de forma integrada e inter-relacionada e que permitisse identificar as características dos elementos de P&D da CEMIG, sua interação e possíveis modificações para facilitar o fluxo do processo.

A inovação é considerada um resultado indispensável para uma gestão de P&D eficiente, porém, no âmbito da empresa estudada, parece haver necessidade de algumas modificações no processo para que realmente a inovação seja efetivada, visto que, conforme dispõe o Manual dos Programas de P&D do Setor Elétrico Brasileiro (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2001), “os programas de P&D devem estar pautados na busca de inovações para fazer frente

aos desafios tecnológicos e de mercado das empresas de energia elétrica”. De modo geral, os resultados de um projeto de P&D incluem a capacitação de recursos humanos e a criação ou aprimoramento de infraestrutura, a geração de novos conhecimentos e o desenvolvimento de tecnologias mais eficientes. Para as empresas de energia elétrica, esses resultados podem se converter em novos negócios e receitas, ganhos de produtividade, otimização de processos, melhoria de qualidade dos serviços prestados e redução de custos. Porém o que se observou nos projetos de P&D da CEMIG é que as inovações geradas pelos projetos não foram, na maior parte das vezes, efetivamente colocadas em prática devido a problemas tais como ajustes no protótipo, ou mesmo excesso de condições e exigências para implementação das inovações.

Percebemos que, nos projetos de P&D analisados da CEMIG, não parece prevalecer características de uma geração de gestão de P&D, mas aspectos das diferentes gerações de P&D. Da primeira geração de P&D, a característica autonomia na seleção e condução dos projetos pode ser encontrada nos projetos de P&D dos casos estudados. Pareceu-nos evidente que a proposição do projeto e sua condução é de iniciativa do gerente ou de um profissional da área, a partir de seus interesses específicos e de sua especialidade, não havendo um planejamento maior da empresa que indicasse os temas prioritários para investimentos em P&D. Da segunda geração de gestão de P&D, as características constatadas nos seis projetos analisados enfatizam a gestão e qualidade dos projetos, ou seja, projetos objetivos e com propósitos definidos e períodos estabelecidos para sua realização. Das características de gestão descritas como terceira geração de P&D, o que aparece de maneira menos evidente é a integração da estratégia empresarial com as funções operacionais da organização. A preocupação com a integração entre projetos de P&D e o planejamento estratégico da empresa é uma das características de gestão considerada desejável a partir do modelo de terceira geração. A partir da denominada quarta geração de gestão de P&D, o estabelecimento de parcerias para desenvolvimento de projetos é valorizado. Nos casos da CEMIG analisados, isto só não ocorre no projeto 006, desenvolvido internamente. Por outro lado, não se percebe características como integração funcional, exploração, ampliação e transferência de conhecimentos internos. De acordo com a literatura da área o fortalecimento de redes de relacionamento proporciona ampliação e transferência de conhecimentos, características desejáveis da quarta geração de gestão de P&D.

Das características consideradas de quinta geração de gestão de P&D, não identificamos, nos projetos analisados, preocupação com integração estratégica e adaptação à velocidades das mudanças.

Outra conclusão evidente dos seis projetos de P&D analisados foi com relação ao elemento equipe, pois o que mais chamou atenção foi quanto à motivação dos gestores e a capacitação da equipe, o que proporcionou qualidade nos projetos desenvolvidos. Foi enfatizado por todos os gerentes dos seis projetos que eles “adoram” trabalhar com pesquisas, mesmo tendo que se sacrificarem com os mesmos. No entanto, não parece haver comprometimento das áreas funcionais, já que os projetos são gestados e desenvolvidos sem nenhuma ou pouca integração dos diferentes setores da organização, não havendo, portanto, transferência de tecnologias entre os setores.

A motivação e o interesse dos coordenadores dos projetos de P&D analisados são visíveis no que diz respeito à sua área de atuação e às melhorias operacionais que os projetos podem gerar para a área envolvida. A literatura da área defende que a relação com os parceiros é de extrema importância para uma boa gestão de P&D. Nos projetos analisados, percebeu-se a integração dos mesmos, gerando aumento de conhecimentos e participação efetiva para o alcance dos objetivos propostos, visto que os parceiros, na maior parte das vezes, adinham de relacionamentos anteriores com os gerentes dos projetos, o que facilitou a gestão dos projetos de P&D.

Outra constatação foi referente aos mecanismos de coordenação e controle no que tange a proteção da propriedade industrial, visto que os gerentes dos projetos possuem pouca preocupação em solicitar patentes, pois acreditam que não seja prioridade do projeto. Com relação aos imprevistos que podem ocorrer no desenvolvimento dos projetos, verificamos que nos seis analisados, os mesmos não apresentam estratégias para situações não planejadas que podem ocorrer ao longo do seu desenvolvimento.

Com relação aos mecanismos de coordenação e controle dos projetos de P&D, percebeu-se que o grupo envolvido na pesquisa não segue um padrão na troca de informações e tampouco, na sua periodicidade. Por um lado, a flexibilidade na condução dos projetos pode ser um fator positivo na gestão e por outro, pode prejudicar a disseminação das informações e geração de conhecimento.

Com relação ao acompanhamento periódico e crítico do projeto, verificamos que a agência reguladora ANEEL realiza a avaliação no final do projeto, mesmo considerando que a CEMIG tenha que enviar os relatórios semestralmente, não ocorre um acompanhamento mais metuculoso no decorrer do desenvolvimento do projeto.

A obrigatoriedade da Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000 (BRASIL, 2000) foi apontada por todos os gerentes entrevistados como sendo a mola propulsora dos projetos de P&D. Os mesmos enfatizaram que essa obrigatoriedade foi muito proveitosa para a CEMIG, pois “instiga” pesquisas que podem agregar conhecimentos, produtos, idéias, inovações para a CEMIG e para a área do setor elétrico brasileiro.

A gestão de P&D dos projetos pesquisados é prejudicada pelo acúmulo de funções dos coordenadores e a pouca ou nenhuma inter-relação entre os setores e áreas funcionais da organização, o que, no nosso entender, pode comprometer o aprendizado organizacional. Outra constatação é que a gestão de P&D da CEMIG no período compreendido entre 2000 e 2005 dos projetos finalizados até fevereiro de 2008 não apresentou integração com o planejamento estratégico da empresa. Esta integração é considerada desejável nas atividades de P&D, principalmente no que tange à administração do projeto nas áreas administrativas, financeiras, técnicas e outras, pois pode tornar o processo mais ágil e sem sobrecarga de trabalho para os coordenadores.

Outro elemento que dificulta a gestão de P&D, de acordo com o relato dos gerentes entrevistados, é a burocracia da ANEEL, apontada por todos os seis entrevistados. Segundo eles, a burocracia é com relação à exigência de prestação de contas e contratação de serviços pela CEMIG, gerando morosidade no processo e dificultando o desenvolvimento de parcerias e obtenção de serviços de terceiros.

A tabela atualizada da oferta tecnológica dos projetos de P&D da CEMIG (TAB. 2, página 80) mostra os resultados dos projetos, 297 no total, entre inventos, procedimentos ou metodologias, sistemas computacionais ou *softwares*, conhecimento teórico (conceitos ou teorias). Porém, o potencial de inovações passíveis de transferência para a indústria parece ainda pouco significativo, visto que, dos 226 projetos de P&D iniciados entre 2000 e 2005 e finalizados até fevereiro de 2008, foram solicitados 12 patentes e geraram 21 modelos de utilidade e/ou desenhos industriais.

Cohen e Levinthal (1989); Hasegawa e Furtado (2006); Jung, Ribeiro e Caten (2008); Martin (2001); Neto e Lima (2004) concordam que é necessário que as firmas invistam em desenvolvimento tecnológico, mesmo reconhecendo que nem todas as empresas tenham condições de manter um setor específico de pesquisa. Para estes autores, a atividade de P&D não somente gera novos produtos ou processos, como também aumenta a capacidade de aprendizado da empresa. Ponderam, ainda, que a atividade de P&D, independentemente de atingir ou não os objetivos propostos, gera aprendizado e cria capacitações nos indivíduos envolvidos na sua execução, portanto, os objetivos da atividade de P&D extrapolam a inovação. Essas capacitações e conhecimentos obtidos durante um projeto ou programa de P&D podem ser aplicados em outras atividades e para outros fins, gerando resultados inesperados da proposta inicial do projeto.

Verificamos que os projetos de P&D analisados se encaixam nesse pressuposto, visto que alguns geraram produtos e/ou utilidades para os produtos gerados que não constavam no objetivo inicial do projeto.

Em resumo e tomando como referência o modelo conceitual de análise dos dados, a FIG. 7 resume e permite visualizar o processo de gestão de P&D da CEMIG nos casos analisados.

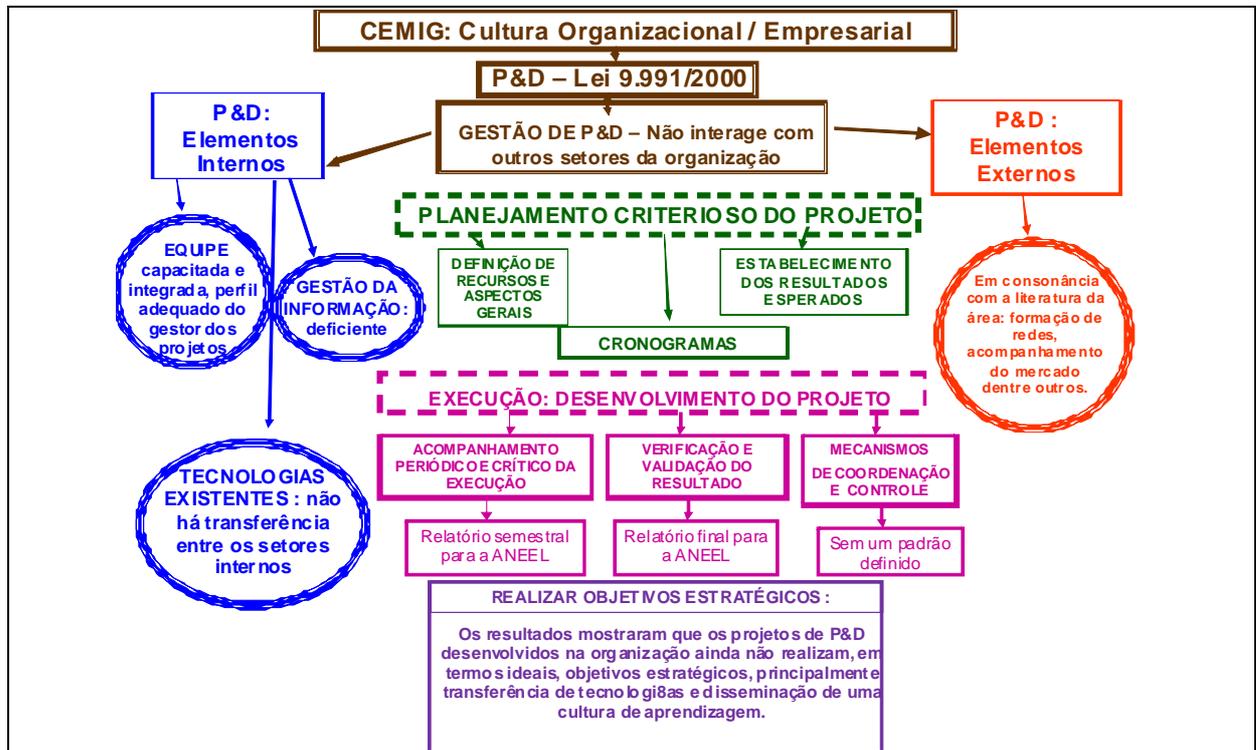


Figura 7: Modelo adotado pela CEMIG  
 Fonte: Elaborado pela autora.

Uma limitação do nosso trabalho reside no fato de que os seis projetos de P&D investigados em profundidade foram indicados pela Superintendência de Tecnologia e Alternativas Energéticas da CEMIG. Esses projetos eram os mais “interessantes” para serem analisados, principalmente por terem gerado produtos com potencial de industrialização. Além disso, este trabalho analisou a gestão dos projetos de P&D da CEMIG, desenvolvidos após a obrigatoriedade da lei imposta para as concessionárias de energia elétrica. É importante ressaltar que os resultados encontrados se referem apenas a seis projetos de P&D, de um universo bem maior.

Dessa forma, estudos com outros projetos podem contribuir para identificar e consolidar os elementos da gestão de P&D e identificar novos elementos propulsores da pesquisa e desenvolvimento. Novos estudos poderão permitir estabelecer comparações entre os projetos de P&D por áreas ambientais, tecnológicas, estratégicas e outras, considerando os processos de gestão de P&D especificamente para o setor de energia elétrica.

Outra oportunidade interessante para futuras pesquisas seria pesquisar a gestão de P&D em outro ramo de atividade e efetuar uma comparação com a gestão de P&D do setor elétrico, levantando as particularidades de cada setor bem como as similaridades.

O resultado mais claro da P&D é a inovação diretamente relacionada aos objetivos iniciais do programa, cuja difusão gera impactos econômicos. O resultado menos visível, mas não menos importante, é a aplicação das capacitações e dos conhecimentos criados e aprendidos durante determinado projeto de P&D para equacionar outros objetivos (externos ao escopo do programa). Esses resultados inesperados também geram impactos econômicos, os quais podem e devem ser mensurados para que se possa avaliar a real importância do investimento em P&D. A capacitação de recursos humanos para atividades de pesquisa e desenvolvimento, a produção do conhecimento científico e o estímulo à parceria entre os setores públicos e privados são ingredientes necessários para o crescimento econômico de um país (MENSCH et al., 1980; PEREIRA, 2000; RENAULT et al., 2007; REIS, 2008; SALOMON; ENGEL, 1997).

Vale ressaltar, mais uma vez, que estes resultados se referem a seis projetos de um universo bem maior. Após 2008 tem-se conhecimento de que várias ações têm sido feitas no sentido de organizar o P&D da CEMIG em torno de temas

considerados estratégicos para a organização e para atender aos objetivos de crescimento e legitimação organizacional no que se refere a seus investimentos em pesquisa e desenvolvimento.

## REFERÊNCIAS

ADAMS, J. R. et al. Behavioral implications of the project life circle. In: ADAMS, J. R. et al. **Project management handbook**. New York: Van Nostrand Reinolds, 1983. p. 222-44.

ADAMS, J. R.; BARNDT, S. E. Organizational life cycle implications for major projects. **Project Management Quarterly**, Drexel Hill, v. 9, n. 4, p. 32-9, Dec. 1978.

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN. AENOR. **UNE 166002 EX: Gestión de la I+D+I**: Requisitos del Sistema de Gestión de la I+D+I. Madrid: UNE, 2002. 22 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9001: Sistemas de Gestão da Qualidade**: requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2000. 22 p.

ALBERTINI, S.; BUTLER, J. R&D networking in pharmaceutical company: some implications for human resource management. **R&D Management**, v. 25, n. 4, p. 377-393, 1995.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Revista Pesquisa e Desenvolvimento**, P&D, n. 3, junho. 2009. Artigo: Desafios e perspectivas para inovação tecnológica no setor de energia elétrica, p.10.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Manual do programa de pesquisa e desenvolvimento tecnológico do setor de energia elétrica**. Brasília: ANEEL, 2000.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Manual do programa de pesquisa e desenvolvimento tecnológico do setor de energia elétrica**. Brasília: ANEEL, 2001.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Manual do programa de pesquisa e desenvolvimento tecnológico do setor de energia elétrica**. Brasília: ANEEL, 2003.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Manual do programa de pesquisa e desenvolvimento tecnológico do setor de energia elétrica**. Brasília: ANEEL, 2006.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Manual do programa de pesquisa e desenvolvimento tecnológico do setor de energia elétrica**. Brasília: ANEEL, 2007.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Manual do programa de pesquisa e desenvolvimento tecnológico do setor de energia elétrica**. Brasília: ANEEL, 2008.

ARAOZ, Alberto. R&D Centers of Excellence in Developing Countries. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE OF KNOWLEDGE MANAGEMENT IN RESEARCH AND TECHNOLOGY ORGANIZATIONS**. Haia, Holanda, out. 2000, v.1, p.147-162. Disponível em: <<http://www.waitro.org>>. Acesso em: 22 ago. 2010.

ARNOLD, E. GUY, K. **Parallel Convergence: National Strategies in Information Technology**. London: Frances Pinter, 1986.

BARDY, L. P. C. Competitividade e desenvolvimento tecnológico. In: **MCT - Parcerias Estratégicas**, Brasília, Centro de Gestão e Estudos Estratégicos do Ministério da Ciência e Tecnologia, p. 28-351, junho, 2001. Organizador: CGEE:Centro de Gestão e Estudos Tecnológicos.

BATTELE INSTITUT. Prospecção tecnológica: Melhores negócios do futuro, desafios e oportunidades. **MCT - Parcerias Estratégicas**, Brasília, Centro de Gestão e Estudos Estratégicos do Ministério da Ciência e Tecnologia, n. 11, p. 136-150, junho, 2001. Organizador: CGEE:Centro de Gestão e Estudos Tecnológicos.

BLAKE, S. P. **Managing for responsive research and development**. San Francisco: W. H. Freeman, 1978.

BEMELMANS, T. Strategic planning for research and development. **Long Range Planning**, v. 12, p. 33-44, 1979.

BERGMAN, S. W.; GITTINS, J. L. R&D project selection methods. In: DEKKER, M. **Statistical Methods for Pharmaceutical Research Planning**. New York: M. Dekker, 1985.

BESSANT, J. **Managing Advanced Manufacturing Technology**. Oxford: NCC Blackwell, 1991.

BURGESS, J.; SMITHAM, J. BHP's R&D Management philosophy. **R&D Review**, p. 11-12, Vol. 2, Sep. 1995.

BURNS, T.; STALKER, C. M. **The Management of Innovation**. London: Tavistock Publications, 1961.

BUTTENBENDER, P. L. **Acumulação de competências tecnológicas e os processos subjacentes de aprendizagem na indústria metal-mecânica: a experiência da AGCO – Indústria de Colheitadeiras**. Cadernos EBAPE. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2005. Edição Especial.

BRASIL. Decreto nº 2.335, de 6 de outubro de 1997. Constitui a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, autarquia sob regime especial, aprova sua Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão e Funções de Confiança e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 7 out. 1997. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/D2335.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D2335.htm)>. Acesso em: 17 mar. 2010.

BRASIL. Lei nº 9427, de 26 de dezembro de 1996. Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica, disciplina o Regime de Concessões de Serviços Públicos de Energia Elétrica e dá outras providências - Art. 20, 21 e 22. **Diário Oficial da União**, 27 dez. 1996. Disponível em: <<http://www.decon.com.br/L9427orig.htm>>. Acesso em: 28 jun. 2010.

BRASIL. Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000. Dispõe sobre realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 25 jul. 2000. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9991.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9991.htm)>. Acesso em: 13 mar. 2010.

BRASIL. Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 3 dez. 2004. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2004/Lei/L10.973.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/Lei/L10.973.htm)>. Acesso em: 13 fev. 2011.

BRASIL. Resolução Normativa nº 316, de 13 de maio de 2008. Aprova o Manual do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica, e dá providências. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2008316.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2011.

BRASIL - MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. FINEP. CT-ENERG – Fundo Setorial de Energia. 2011. Texto sobre o histórico da CT-ENERG, página inicial. Disponível em: <[http://www.finep.gov.br/fundos\\_setoriais/ct\\_energ/ct\\_energ\\_ini.asp#](http://www.finep.gov.br/fundos_setoriais/ct_energ/ct_energ_ini.asp#)>. Acesso em: 14 fev. 2011.

CAMPOMAR, M. C. Do uso de “estudo de caso” em pesquisas para dissertações e teses em administração. **Revista de Administração**, São Paulo, v. 26, n. 3, p. 95-7, jul./set. 1991.

CARTER, C.; WILLIAMS, B. **Industry and Technical Progress**. London: Oxford University Press, 1957.

CARVALHO, A. M. **Definição de Temas Tecnológicos para Pesquisa e Desenvolvimento: caso CEMIG**. 2008. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas) – Faculdade de Administração de Empresas, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

CARVALHO, H. **Implantação da Gestão da Qualidade em Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento em Instituições de Ensino Superior**. Tese Doutorado em Tecnologia) - Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Curitiba-PR, 2002.

CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. Sistemas de Inovação e Desenvolvimento – as implicações de política. **São Paulo em Perspectiva**, v. 19, n. 1, p. 34-45, jan./mar. 2005.

CENTRAIS ELÉTRICAS DE MINAS GERAIS. **Portal Cemig**. Disponível em: <[www.cemig.com.br](http://www.cemig.com.br)>. Acesso em: 12 de maio de 2010.

CENTRAIS ELÉTRICAS DE MINAS GERAIS. **Inovação**. Disponível em: <[www.cemig.com.br](http://www.cemig.com.br)>. Acesso em: 12 de maio de 2010.

CENTRAIS ELÉTRICAS DE MINAS GERAIS. **Quem somos**. Disponível em: <[www.cemig.com.br](http://www.cemig.com.br)>. Acesso em: 12 de maio de 2010.

CENTRAIS ELÉTRICAS DE MINAS GERAIS. **Reconhecimento**. Disponível em: <[www.cemig.com.br](http://www.cemig.com.br)>. Acesso em: 12 de maio de 2010.

CENTRAIS ELÉTRICAS DE MINAS GERAIS. **Nossos negócios**. Disponível em: <[www.cemig.com.br](http://www.cemig.com.br)>. Acesso em: 12 de maio de 2010.

CENTRAIS ELÉTRICAS DE MINAS GERAIS. **Estatuto social**. Disponível em: <[www.cemig.com.br](http://www.cemig.com.br)>. Acesso em: 12 de maio de 2010.

COMPANHIA DE GERAÇÃO TÉRMICA DE ENERGIA ELÉTRICA. Sistema Eletrobras. Disponível em: <[http://www.cgtee.gov.br/content/sobre\\_o\\_programa/ped\\_oq\\_e.php](http://www.cgtee.gov.br/content/sobre_o_programa/ped_oq_e.php)>. Acesso em: 22 ago. 2010.

CLARK, J. **A Model of Embodied Technical Change and Employment**. Sussex: Falm Press, 1979.

COHEN, Wesley M.; LEVINTHAL, Daniel A. Innovation and Learning: The two faces of R&D. **The Economic Journal**, n. 99, p. 569-596, Sep. 1989.

CONTRACTOR, F. J.; LORANGE, P. **Cooperative Strategies in International Business**. Lexington, MA: Lexington Books, 1988.

COOK, L. G.; MORRISON, W. A. **The Origins of Innovation**. Report No.61-GP-214, June, General Electric Company, Research Information Section, New York, NY, 1961.

COOPER, R. G.; EDGET, S. J.; KLEINSCHMIDT, E. J. New Product Portfolio Management: Practices and Performance. **Journal Product Innovation Management**, n. 16, p. 333-351, 1999.

COOPER, R. G.; EDGET, S. J.; KLEINSCHMIDT, E. J. Winning business in product development: the critical success factors. **Research – Technology Management**, v. 39, n. 4, p.18-29, 1996.

COOPER, R. G.; EDGET, S. J.; KLEINSCHMIDT, E. J. Portfolio Management in new product development: lessons from the leaders, 2. **Research Technology Management**, Oregon, v. 40, n. 6, p. 43-52, 1997.

COUTINHO, Paulo Luiz de Andrade. **Estratégia Tecnológica e Gestão da Inovação**: uma estrutura analítica voltada para os Administradores de Empresas, 2004. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Faculdade de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

CRAWFORD, C. M. The Hidden Costs of Accelerated Product Development. **Journal of Product Innovation Management**, v. 9, p.188-99, 1992.

CRUZ, Carlos H. A universidade, a empresa e a pesquisa que o Brasil precisa. **Revista Parceria Estratégica**, MCT, Brasília, maio 2000.

D'ALKAINE, C. V. Gestão de Projetos em Centros de P&D na América Latina. In: SIMPÓSIO NACIONAL DA GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 22., 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 1992.

DANNEELS, E.; KLEINSCHMIDT, E. J. Product innovativeness from the firm's perspective. **Journal of Product Innovation Management**, v. 8, n. 6, p. 357-374, 2001.

DEFEUILLEY, C.; FURTADO, A. T. Impacts de l'ouverture à la concurrence sur la R&D dans le secteur électrique. **Annals of Public and Cooperative Economics**, Oxford-UK , v. 71, n. 1, p. 5-28, 2000.

DOCTER, J.; STOKMAN, C. Innovation Strategies of Small Industrial Companies. In: ROTHWELL, R.; BESSANT, J. (Ed.) **Innovation**: Adaptation and Growth. Amsterdam: Elsevier, 1987.

DODGSON, M. **Technological Collaboration in Industry**. London: Rotledge, 1993.

DRUCKER, P. The discipline of innovation. **Harvard Business Review**, v. 76, n. 4, p. 73-84, 1998.

DUMBLETON, J. H. **Management of high technology research and development.** Amsterdam: Elsevier, 1986.

DUMAINE, B. How managers can succeed through speed. **Fortune**, n. 13, Feb. 1989.

EUROPEAN ASSOCIATION OF TECHNOLOGY RESEARCH ORGANIZATIONS. **General guidelines for the operation of research and technology organizations.** EARTO, Jan. 2000.

EDQUIST, C. **Systems of Innovation:** Technologies, Institutions and Organizations. London: Printer, 1997.

FILSTEAD, W. J. **Qualitative Methodology:** Firsthand Involvement with the social world. Chicago: Rand McNally College, 1970.

FOSTER, R. **Inovação:** a vantagem do atacante. 3. ed. São Paulo: Best Seller, 1988.

FREEMAN, C.; CLARK, J.; SOETE, L. **Unemployment and Technical Innovation.** London: Frances Pinter, 1992.

FREITAS FILHO, A. F. et al. Parceria como Modelo de Cooperação entre Instituições de P&D. In: SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 19., 1996, São Paulo. **Anais...** São Paulo, nov. 1996.

FURTADO, A. T. Avaliação da Implantação de Sistemas de Controle e Gerenciamento na Área de P&D: um estudo de caso. ENCONTRO NAC. DE ENG. DE PRODUÇÃO, 25., 2005, Porto Alegre, RS. **Anais...** Porto Alegre, 2005. Ano 57, p. 41-45.

GEE, R. E. A survey of current project selection practices. **Research Management**, p. 38-45, Sep. 1971.

GHOSHAL, S.; BARTLETT, C. Creation, adoption and diffusion of innovation by subsidiaries of multinational corporations. **Journal of International Business Studies**, v. 19, n. 3, p. 365-388, Fall 1988.

GIBSON, J. E. **Managing research and development.** New York: John Wiley and Sons, 1981.

GODOY, A. S. Introdução à Pesquisa Qualitativa e suas Possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 2, 1995.

GODOY, A. S. Pesquisa Qualitativa – Tipos Fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 3, 1995.

GODOY, A. S. A Pesquisa Qualitativa e sua Utilização em Administração de Empresas. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 4, 1995.

GOVINDARAJAN, V.; TRIMBLE, C. **Os 10 Mandamentos da Inovação Estratégica** - do conceito à implementação. Rio de Janeiro: Campus, 2006.

GENERAL PACKET RADIO SERVICE – GPRS, 2011.

GRAVES, S. B. Why costs increase when projects accelerate. **Research Technology Management**, p. 16-18, Mar./Apr. 1989.

GRUPTA, A. S. K.; WILEMAN, D. L. Accelerating the development of technology-based new products. **California Management Review**, v. 32, n. 2, p. 24-44, Winter 1990.

GREENWOOD, E. **Métodos principales de investigación social empírica**. Metodología de la investigación social. Buenos Aires: Paidós, 1973.

HAGEDOORN, J. Organizational Needs of Inter Firm Cooperation and Technology Transfer. **Technovation**, v.10, n. 1, p. 17-30, 1990.

HASEGAWA, Mirian; FURTADO, André Tosi. Avaliação dos Impactos de Programas de P&D. **Inovação Uniemp**, Campinas, v. 2, n. 3, jul./ago. 2006.

HASKLISCH, C. S.; FUSFELD, H. I.; LEVINSON, A. D. **Trends in Collective Industrial Research**. Centre for Science and Technology Policy, Graduate School of Business Administration. New York: New York University, 1986.

HAYAMI, Y.; RUTTAN, V. W. **Desenvolvimento agrícola: teoria e experiências internacionais**. Tradução Maria Vittoria von Bulow e Joachim S. W. Von Bulow. Brasília: Embrapa, 1988. 583 p.

HUANG, E. Y.; LIN, S. How R&D management practice affects innovation performance: An investigation of the high-tech industry in Taiwan. **Industrial Management & Data Systems**, v. 106, n. 7, p. 964-995, 2006.

INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL.

Disponível em:

<<http://www.iedi.org.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?inoid=425&sid=40>>.

Acesso em: 22 ago. 2010, página inicial do site sobre o histórico do IESDI

IRVINE, J.; MARTIN, B. R. **Foresight in Science, Picking the Winners**. London: Printer, 1984.

JAIN, R. K.; TRIANDIS, H. C. **Management of Research and Development Organizations**. New York: John Wiley & Sons, 1997.

JANNUZZI, G. M. **Políticas públicas para eficiência energética e energia renovável no novo contexto de mercado: uma análise da experiência recente dos EUA e do Brasil**. Campinas: Autores Associados, 2000. 116 p.

JANNUZZI, G. M. Uma avaliação das atividades recentes de P&D em energia renovável no Brasil e Reflexões para o Futuro. **Energy Discussion Paper**, n. 2, p. 64, jul. 2003.

JANNUZZI, G. M., GOMES, R. D. M. **A experiência brasileira pós-privatização em programas de eficiência energética e P&D: lições das iniciativas de regulação e da crise energética**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA, 9., SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO DE ENERGIA: soluções para a energia no Brasil, 4., Rio de Janeiro, 2002.

JUNG, Carlos Fernando. **Metodologia para pesquisa e desenvolvimento aplicada a novas tecnologias, produtos e processos**. Rio de Janeiro: Axcel Books do Brasil, 2004.

JUNG, C. F.; RIBEIRO, J. L. D.; CATEN, C. S. **Análise de um Modelo para Pesquisa e Desenvolvimento de Inovações Tecnológicas voltado ao Desenvolvimento Regional**. 2008. Disponível em: <[www.abepro.org.br/enegep2008](http://www.abepro.org.br/enegep2008)>. Acesso em: 22 ago. 2010.

KAYMAKÇALAN, Ömer. Knowledge Management in Research and Technology Organizations: Policies and practices to make your RTO competitive in the 21st Century. In: **Group Meeting on Initiatives for S and T Capacity Building for the**

**21st Century.** Beirute, Líbano, nov. 2000, v.2,p.117-126. Disponível em: <<http://www.waitro.org/Publications/Others/kaymac.htm>>. Acesso em: 22 ago. 2010.

KERZNER, Harold. **Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling and Controlling.** New York: Van Nostrand Reinhold, 1992.

KIM, L.; NELSON, R. **Technology, learning, and innovation.** Cambridge: The Press Syndicate of the University of Cambridge, 2000.

KOZLOFF, K. et al. **Recomendações para uma estratégia regulatória nacional ao desperdício de eletricidade no Brasil.** Campinas: USAID, 2000.189 p.

KRUGLIANSKAS, Isak. Finalização de Projetos Tecnológicos. In: SEMINÁRIO LATINO AMERICANO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA, 8., 1997, México. **Anais...** Cidade do México, 1997.

KRUGLIANSKAS, Isak. Planejamento e controle de projetos em P&D em empresas brasileiras. **Revista de Administração**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 74-82, abr./jun.1989.

LICHTENTHALER, E. Third generation management of technology intelligence processes. **R&D Management**, v. 33, n. 4, 2003.

LIMA, Isaura Alberton. **Gestão de Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento no Âmbito da Cooperação Escola-Empresa.** Dissertação (Mestrado em Tecnologia) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Unidade de Ponta Grossa, Curitiba-PR, 1999.

LITTLE, A. D. **The Strategic management of Technology: Integrating technology supply and demand perspectives.** Glasgow Business School, University of Glasgow Scotland. London: European Management Forum, 1981.

LIYANAGE, S; GREENFIELD, P.; DON, R. Towards a fourth Generation R&D Management model-research networks in Knowledge Management. **Journal Technology Management**, v. 18, n. 3-4, 1999.

LONGO, W. P. **Tecnologia e soberania nacional.** São Paulo: Nobel, 1984.

LUNDVALL, B. Innovation as an interactive process: from user producer interaction to the national system of innovation. In: DOSI, G. (Ed.) **Technical change and economic theory**. London: Pinter Publishers, 1988.

MACCORMACK, A.; VERGANTI, R.; IANSITI, M. Developing products on Internet Time: the anatomy of flexible development process. **Management Science**, v. 47, n. 1, p.133-150, 2001.

MAISONNAVE, Paulo Roberto. **A Contextualização da Inovação na Área de P&D das Empresas do Setor Elétrico Brasileiro**. 2008 . Tese (Doutorado em Administração de Empresas) - Faculdade de Administração de Empresas, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

MANSFIELD, E. The Speed and Cost of Industrial Innovation in Japan and the United States: External vs. Internal Technology. **Management Science**, v. 34, n. 19, p. 1157-68, 1988.

MARCOVITCH, J.; RADOSEVICH, R. Planejamento estratégico nas organizações estruturadas por projeto. **Revista de Administração**, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 24-39, abr./jun. 1978.

MARTIN, A. R. A atividade de P&D na empresa: o caso da indústria petroquímica. **Polímeros**, São Carlos-SP, v. 11, n. 2, abr./jun. 2001.

MARTINS, G. A. **Estudo de caso: uma estratégia de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2006.

MAXIMIANO, Antonio César Amaru. **Gestão de Projetos**. São Paulo: Atlas, 1997.

MAXIMIANO, A. C. A.; SBRAGIA, R. Método do caso no ensino de administração. In: BOOG, G. G. (Org.) **Manual de Treinamento e Desenvolvimento**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1980.

MECHLIN, G. F.; BERG, D. Evaluating research – ROI is not enough. **Harvard Business Review**, p. 93-99, Vol.3,n.1,set./out. 1980.

MELO JUNIOR, A. C.; POMPERMAYER, M. L. P&D nas Concessionárias de Energia Elétrica na Amazônia. **T&C Amazônica**, ano 3, n. 6, p.9-14.jan. 2005.

MENSCH, G. et al. **Innovation Trends and Switching between Full-and Under-employment Equilibrium**. Berlin: International Institute of Management, 1980. Discussion Paper Series.

METCALF, J. S.; BODEN, M. Impulse and Diffusion in the Study of Technological Change. **The Economics of Innovation**, v. 50, p. 707-717, 1991.

MEYER, A. Management of an international network of industrial R&D laboratories. **R&D Management**, v. 23, n. 20, p.109-120, 1993.

MILLER, L. W.; MORRIS, L. **Fourth Generation R&D: Managing Knowledge, Technology and Innovation**. New York: John Wiley & Sons, 1999.

MORAES FILHO, C.; WEINBERG, G. Seleção de projetos de P&D: uma abordagem prática, In: SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 21., 2000, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo, 2000.

MORONE, J. Technology and competitive advantage – the role of general management. **Research Technology Management**, p. 16-25, vol.2, n.1,mar./abr. 1993.

MOWERY, D.; ROSENBERG, N. The influence of market demand upon innovation: a critical review of some recent empirical studies. **Research Policy**, v. 8, p. 102-153, 1979.

NELLORE, R. BALACHANDRA, R. Factors influencing success in integrated product development (IPD) projects. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 48, n. 2, p. 164-173, 2001.

NELSON, R. **National Innovation Systems: A Comparative Analysis**. Oxford: Oxford University Press, 1993.

NETO, E. D. da S.; L.; ANDRADE, J. A. de. **A Gestão da Tecnologia na Organização Empresarial**. 2004. Disponível em: <[www.joaoademar.xpg.com.br/simpep\\_2.pdf](http://www.joaoademar.xpg.com.br/simpep_2.pdf)>. Acesso em: 22 ago. 2010.

NEVES, J. L. Pesquisa Qualitativa – Características, usos e possibilidades. **Caderno de Pesquisas em Administração**, São Paulo, v. 1 , n. 3 , 2. sem. 1996.

ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE). **Manual de Frascati**: Medición de las actividades científicas y tecnológicas. Paris: OCDE, 2002.

PATAH, L. A.; CARVALHO, M. M. O processo de escolha de estruturas de gerenciamento de projetos em empresas. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 9., 2002, Bauru. **Anais...** Bauru: UNESP, 2002. p. 1-11.

PENTEADO, J. F. **O modelo de desenvolvimento tecnológico brasileiro**. Canal aberto, setembro de 2003.  
Disponível em:  
<[http://www.unicamp.br/unicamp/canal\\_aberto/clipping/setembro2003/clipping030917\\_gazetamercantil.html](http://www.unicamp.br/unicamp/canal_aberto/clipping/setembro2003/clipping030917_gazetamercantil.html)> Acesso em: 10 dez. 2009.

PEREIRA, H. M. S. Parceria Tecnológica sob o Olhar da Propriedade Intelectual: Objetivo, Objeto e Seleção de Parceiros. In: SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 21., 2000, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2000.

PETERS, T. J.; WATERMAN, R. W. **In Search of Excellence**. New York: Harper and Row, 1982.

**PMBOK Guide** - A Guide to the Project Management Body of Knowledge Project Management Institute, Autor: PMI – Project Management Institute, USA, 2000.

POMPERMAYER, Máximo Luiz. Desafios e Perspectivas para a Inovação Tecnológica no Setor de Energia Elétrica. **Revista Pesquisa e Desenvolvimento da ANEEL – P&D**, n. 3, p.10, jun. 2009.

PRIM, C. H. et al. **Sistema de Gestão da Inovação Tecnológica para Institutos Promotores de Ambientes de Inovação**. Santa Catarina: Fundação CERTI/UFSC, 2009.

PROCHNOW, F. D.; LEITE, M. L. G.; KOVALESKI, J. L. Avaliação da Implantação de Sistemas de Controle e Gerenciamento na Área de P&D: um estudo de caso. In: ENCONTRO NAC. DE ENG. DE PRODUÇÃO, 25., 2005, Porto Alegre, RS. **Anais...** Porto Alegre, 2005.

RABECHINI J. R. R.; CARVALHO, M. M. Concepção de um programa de gerência de projetos em instituição de pesquisa. **Revista Valenciana**, Valência- Espanha, Vol.3,n.2,p.22-37,1999.

REED, R.; LEMARK, D. L. MONTGOMERY, J. C. Beyond process: TQM content and firm performance. **Academy of Management Review**, v. 21, n. 1, p. 173-202, 1996.

REINER, G. Winning the Race for New Product Development. **Management Review**, v. 78, n. 8, p. 52-3, 1989.

REIS, D. R. **Gestão da Inovação Tecnológica**. São Paulo: Manole, 2008.

RENAULT, T. et al. Gestão da Inovação - um esforço de P&D em Empresa Distribuidora de Energia Elétrica. **ENGEVISTA**, v. 9, n. 2, p. 100-111, dez. 2007.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa Social: métodos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 1999.

ROBERTS, E. B. **Generation Technical Innovation**. New York: Oxford University Press, 1987.

ROOME, N. Business strategy, R&D management and environmental imperatives. **R&D Management**, v. 24, p. 65-81, 1994.

ROSAL, A. C. L.; FIGUEIREDO, P. N. Aprendizagem Corporativa e Acumulação Tecnológica: a trajetória de uma empresa de transmissão de energia elétrica no norte do Brasil. **G&P – Gestão e Produção**, v. 13, n. 1, p. 31-43, jan./abr. 2006.

ROTHWELL, R. Towards the fifth-generation innovation process. **International Marketing Review**, v. 11, n. 1, p. 7-31, 1994.

ROTHWELL, R.; ZEGVELD, W. Reindustrialising and Technology. London: Longman, 1985 apud BERRY, M. M. J.; TAGGART, J. H. Managing Technology and innovation: a review. **R&D Management**, v. 24, n. 4, p. 341-353, 1994.

BERRY, M. M. J.; TAGGART, J. H. Managing Technology and innovation: a review. **R&D Management**, v. 24, n. 4, p. 341-353, 1994.

ROTHWELL, R. European Technology Policy Evolution: Converge Towards SMEs and Regional Technology Transfer. **Technovation**, v. 12, n. 4, p. 223-38, 1992.

ROTHWELL, R.; DOGSON, M. European Technology Policy Evolution: Convergence Towards SMEs and Regional Technology Transfer. **Technovation**, v. 12, n. 4, p. 223-38, 1992.

ROTHWELL, R. External Networking and Innovation in Small and Medium-sized Manufacturing Firms in Europe. **Technovation**, v. 11, n. 2, p. 93-112, 1991.

ROUSSEL, P. A.; SAAD, K. N.; BOHLIN, N. **Third Generation R&D**. Boston: MA, Arthur D. Little/Harvard Business School Press, 1991.

ROUSSEL, P. A.; SAAD, K. N.; BOHLIN, N. **Pesquisa e Desenvolvimento**: como integrar P&D ao plano estratégico e operacional das empresas como fator de produtividade e competitividade. São Paulo: Makron Books, 1992.

ROUSSEL, P. A.; SAAD, K. N.; ERICKSON, T. J. The evolution of Third Generation R&D. **Planning Review**, v. 19, n. 2, p. 19-26, Mar./Apr. 1991.

ROUSSEL, P. A.; SAAD, K. N.; ERICKSON, T. J. **Third Generation R&D**: Managing the link to corporate strategy. Boston: Aurther D. Little/Harvard Business School Press, 1991.

RUDOLPH, S. E. **What Smart Companies are Doing in New Product Development**. Cambridge, MA: Centre for Product Development/Arthur D. Little, 1989.

SALOMON, M. L.; ENGEL, P. G. H. **Networking for innovation**: a participatory actor-oriented methodology. Amsterdam: Royal Tropical Institute, 1997.

SALTER, A. J.; MARTIN, B. R. The economic benefits of publicly funded basic research: a critical review. **Research Policy**, Brighton, v. 30, n. 3, p. 509-532, 2001.

SAWHNEY, M.; PRANDELLI, E. Communities of creation: managing distributed innovation in turbulent markets. **California Management Review**, v. 42, n. 4, p. 45-69, 2000.

SAXENIAN, A. **Regional Advantage**: culture and competition in Silicon Valley and Route 128. Boston: Harvard, 1996.

SBRAGIA, R. Avaliação da P&D ao nível da empresa: um estudo empírico sobre possíveis indicadores de resultado. **Revista de Administração da USP (RAUSP)**, São Paulo, v. 22, n. 4, p. 52-69, out./dez. 1987.

SCHMIDT, J. R.; FREELAND, J. R. Recent Progress in modelling R&D project selection processes. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 39, n. 2, p. 189-201, 1992.

SEN, F.; ENGELHOFF, W. G. Innovative capabilities of a firm and the use of technical alliances. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 47, n. 2, p.174-183, 2000.

SETHI, R.; NICHOLSON, C. Structural and contextual correlates of charged behavior in product development teams. **Journal of Product Innovation Management**, v. 18, n. 3, p. 154-168, 2001.

SILVA, Fabio Stacke; RODRIGUES, Frederico; SIMABUKU, Ricardo Takemitsu. A Pesquisa e o Desenvolvimento sob a Ótica do Mercado de Energia Elétrica. **Revista Pesquisa e Desenvolvimento da ANEEL – P&D**, n. 3, p.25-39, jun. 2009.

SILVA NETO, E. D.; LIMA, J. A. A. A gestão da tecnologia na organização empresarial. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 10., 2003, Bauru/SP. **Anais...** São Paulo/SP: UNESP, 2003.

SIQUEIRA, P. C. As empresas de pesquisa sob contrato: um exemplo de integração pesquisa  $\frac{3}{4}$  indústria. **Parcerias Estratégicas**, n. 8, p. 55-83, maio 2000.

SOUZA, P. R. S. **Uma evolução**: Polo de Inovação Tecnológica do Norte do RS. Porto Alegre: SCT/RS, 2006.

STEELE, L. W. **Managing Technology**: Strategic View. New York: McGraw-Hill, 1989.

STORPER, M. Regional technology coalitions: an essential dimension of national technology policy. **Research Policy**, v. 24, p. 895-911, 1995.

TAKAHASHI, V. P.; SACOMANO, J. B. Proposta de um Modelo Conceitual para Análise do Sucesso de Projetos de Transferência de Tecnologia: Estudo em Empresas Farmacêuticas. **G&P: Gestão e Produção**, v. 9, n. 2, p.181-200, ago. 2002.

TEIXEIRA, D. Pesquisa, Desenvolvimento Experimental e Inovação Industrial: Motivações da Empresa Privada e Incentivos do Setor Público. In: MARCOVICH, J. **Administração em ciência e tecnologia**. São Paulo: Edgar Blucher, 1983.

TERRA, J. C. C. O imperativo da gestão do conhecimento. In: WORKSHOP ABIPTI SOBRE GESTÃO DO CONHECIMENTO NO ÂMBITO PROJETO DE REDE DE CENTROS ESPECIALIZADOS EM GESTÃO TECNOLÓGICA, 2003, Salvador. **Anais...** Salvador: ABIPTI, abr. 2003.

TERRA, J. C. C.; GORDON, C. **Portais Corporativos: A Revolução na Gestão do Conhecimento**. São Paulo: Negócio, 2002.

TERRA, J. C. C. **Gestão do Conhecimento: O grande desafio empresarial**. São Paulo: Negócio, 2000.

THANHAIM, H. J.; WILEMON, M. B. Conflict management in project life cycles. **Sloan Management Review**, Cambridge, Spring 1975.

UTTERBACK, J. M.; ABERNATHY, W. J. Innovation and Corporate Strategy. **International Journal of Technology Management**, v. 1, p.17-29,1986.

VALERIANO, D. L. **Gerência em Projetos: Pesquisa e Desenvolvimento e Engenharia**. São Paulo: Makron Books, 1998.

VASCONCELOS, M. C. R. L.; FERREIRA, M. A. T. O processo de aprendizagem e a gestão do conhecimento em empresas mineiras de vanguarda. In: ENCONTRO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, 26., Salvador, 2002. **Anais...** Salvador, 2002.

VEDOVELLO, C. Firm's R&D Activity and Intensity and the University - Enterprise Partnerships. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 58, n. 3, p. 215-226, July 1998.

VON KROGH, G.; ICHIJO, K.; NONAKA, I. **Enabling knowledge creation**. New York: Oxford University Press, 2000.

WALENDER, H. V. **Technology Transfer and Management in the Developing Countries**: company cases and policy analyses in Brazil, Korea, Peru and Tanzania. Cambridge: Ballinger Publishing Company, 1979.

WIDEMAN, M. Managing project development for better results. **Project Management Quarterly**, Drexel Hill, v. 12, n. 3, p. 13-9, Sep.1981.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: Planejamento de Métodos. Porto Alegre: Bookman, 2005.

## APÊNDICE

### QUESTIONÁRIO SOBRE RESULTADOS DOS PROJETOS DE P&D FINALIZADOS

**GERENTE DO PROJETO:**  
**Número do projeto:**

1. Qual o ano de finalização do projeto?
2. Quem foram os parceiros na execução do projeto (universitários e empresariais)?.....  
.....  
.....
3. Algum laboratório foi construído com recursos do projeto? Sim ( ) ou não ( ).
4. Caso a resposta seja positiva, esse laboratório é ( ) próprio (CEMIG) ou de ( ) terceiros?
5. Algum laboratório foi reequipado com recursos do projeto? Sim ( ) ou não ( ).
6. Caso a resposta seja positiva, esse laboratório é ( ) próprio (CEMIG) ou de ( ) terceiros?
7. O projeto resultou em algum invento Sim ( ) ou não ( ). Quantos? ( )
8. Em caso afirmativo, em que estágio de desenvolvimento se encontrava(m) esse(s) invento(s) ao final do projeto? Protótipo ( ) ou piloto industrial ( ) cabeça de série ( ) outro estágio ( ): Qual?.....
9. Alguma patente foi solicitada? Sim ( ) ou não ( ). Quantas? ( )
10. Algum modelo de utilidade foi solicitado? Sim ( ) ou não ( ). Quantos? ( )
11. Algum desenho industrial foi registrado? Sim ( ) ou não ( ). Quantos? ( )
12. Algum novo processo, procedimento ou metodologia foi desenvolvido? Sim ( ) ou não ( ). Quantos? ( ) Qual a sua finalidade? .....
13. Algum novo sistema computacional (software) foi desenvolvido? Sim ( ) ou não ( ). Quantos? Qual a sua finalidade? .....

- 14. Novos conceitos ou teorias (conhecimento científico) foram desenvolvidos?  
Sim ( ) ou não ( ).  
Quais?
  
- 15. Dissertações de Mestrado resultaram do projeto?  
Sim ( ) ou não ( ). Quantas? ( )
  
- 16. Teses de Doutorado resultaram do projeto?  
Sim ( ) ou não ( ). Quantas? ( )
  
- 17. Artigos ou livros relatando os resultados do projeto foram publicados?  
Sim ( ) ou não ( ). Quantos?  
Artigos em periódicos nacionais ( )  
Artigos em eventos nacionais ( )  
Artigos em periódicos internacionais ( )  
Artigos em eventos internacionais ( )  
Capítulos de livro ( )  
Livros ( )
  
- 18. Os resultados do projeto foram, de alguma forma, transferidos para aplicação em algum setor da CEMIG? Sim ( ) Não ( ). Em caso afirmativo, quais resultados? Qual setor? De que forma se deu (ou está se dando) a transferência?  
.....  
.....  
.....
  
- 19. Os resultados do projeto foram, de alguma forma, transferidos para aplicação em alguma empresa? Sim ( ) Não ( ). Em caso afirmativo, quais resultados? Que empresa? De que forma se deu (ou está se dando) a transferência? Ela está dando origem a algum contrato?  
.....  
.....  
.....
  
- 20. Em sua opinião, o projeto em questão apresentou algum outro resultado relevante?  
.....  
.....  
.....

<b>GUIA DE ENTREVISTA</b>
---------------------------

1. Qual a origem do projeto de pesquisa em questão (demanda operacional, proposta de parceiros universitários ou fornecedores, ideia do corpo de engenheiros da empresa, estratégia da CEMIG...)?
2. Como foram selecionados os parceiros, no caso de projetos nascidos a partir de demandas ou ideias da CEMIG?
3. Como se deu a interação entre os executores do projeto e o gerente CEMIG durante a vida do projeto (tipos de reuniões, periodicidade, comunicação formal e informal, participação nas decisões técnicas do projeto)?
4. Como se deu, ao longo do projeto, a interação com possíveis interessados na industrialização dos seus resultados? De quem a iniciativa?
5. Como foi feito o acompanhamento da evolução do mercado e da tecnologia ao longo do projeto?
6. Quais os principais resultados do projeto? Ele foi um sucesso? Quais os resultados com interesse potencial para a indústria? E para as operações da CEMIG?
7. Houve alguma forma de proteção da propriedade intelectual?
8. Os resultados foram ou estão sendo de alguma forma absorvidos pela CEMIG? Como? De quem a iniciativa?
9. Os resultados foram ou estão sendo de alguma forma transferidos para a indústria? Como? De quem a iniciativa?
10. Em caso afirmativo, como se dá essa absorção ou transferência (aspectos contratuais, procedimentos para transferência)?
11. Quais as principais dificuldades encontradas na valorização industrial/absorção dos resultados do projeto?
12. Quais os fatores facilitadores?
13. Quais os ganhos obtidos pela CEMIG, a curto, médio e longo prazos, com o projeto? Quais os ganhos para o setor acadêmico? E para o empresarial?
14. Em sua opinião, que modificações deveriam ser introduzidas no gerenciamento dos projetos CEMIG/ANEEL para que a transferência e a adoção dos resultados sejam facilitadas?
15. Quais parceiros deste projeto, acadêmicos e empresariais, poderiam ser contatados para novas entrevistas?