

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM ADMINISTRAÇÃO

DEFINIÇÃO DE TEMAS TECNOLÓGICOS
PARA PESQUISA E DESENVOLVIMENTO:
Caso Cemig

André Martins Carvalho

Belo Horizonte
2008

André Martins Carvalho

**DEFINIÇÃO DE TEMAS TECNOLÓGICOS
PARA PESQUISA E DESENVOLVIMENTO:
Caso Cemig**

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

Orientador: Professor Sandro Márcio da Silva.

Co-orientadora: Professora Marta Araújo Tavares Ferreira.

Belo Horizonte

2008

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

C331d Carvalho, André Martins
Definição de temas tecnológicos para pesquisa e desenvolvimento: caso Cemig / André Martins Carvalho. Belo Horizonte, 2008.
110f. : Il.

Orientador: Sandro Márcio da Silva
Co-orientadora: Marta Araújo Tavares Ferreira
Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais,
Programa de Pós-Graduação em Administração

1. Planejamento estratégico. 2. Pesquisa tecnológica. 3. Inovações tecnológicas. 4. Companhia Energética de Minas Gerais. I. Silva, Sandro Márcio da. II. Ferreira, Marta Araújo Tavares. III. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Administração. IV. Título.

CDU: 658.012.4

AGRADECIMENTOS

Fazer uma dissertação é um grande desafio e exige muito tempo e dedicação, porém é gratificante quando se chega ao final. É um trabalho que necessita, além de muita leitura, de contar com o apoio de muitas pessoas.

Nesse trabalho destaco o apoio inestimável da minha orientadora, Marta Araújo, que contribuiu de forma definitiva para a sua finalização, principalmente em como abordar o caso Cemig.

Ressalto também as contribuições e incentivos dos colegas Luiz Carlos, Frederico, Zuleila, Vander, Júnia, Beatriz e Jaelton e, principalmente, do José Henrique, que foi o grande idealizador e incentivador deste estudo.

Agradeço à Cemig por esta oportunidade e a todas as pessoas que disponibilizaram informações importantes para subsidiar o estudo de caso.

Agradeço à minha mãe, Lalita, minha grande incentivadora e responsável pela formação dos meus valores.

Agradeço à minha esposa, Paulete, que me apoiou nessa jornada, e aos meus filhos, Renata e Lucas, pela compreensão pelas minhas faltas.

Agradeço também aos meus irmãos, que estão comigo em todas as situações.

RESUMO

O crescente acirramento e complexidade da competição empresarial e a velocidade das mudanças tecnológicas levam à busca contínua por tecnologias e sua utilização para produção de resultados empresariais. Com isso, eleva-se a importância da formulação de estratégias que abordem as questões tecnológicas para aumento da competitividade e agregação de valor. Gerenciar de forma adequada o processo de inovação tecnológica constitui um desafio para os gestores. Esta dissertação pretende identificar e discutir o processo de definição de temas tecnológicos para P&D e inovação. Para tanto, é apresentado o processo atual de definição de temas tecnológicos da Cemig, discutido em detalhe no estudo de caso. São propostas diretrizes para a definição de temas tecnológicos que possibilitem a elaboração de programas tecnológicos voltados para a agregação de valor.

Palavras-chave: estratégia tecnológica; gestão tecnológica; temas tecnológicos de pesquisa, desenvolvimento e inovação.

ABSTRACT

The increasing complexity and severity of competition among enterprises followed by innumerable technological changes have led to continuous search for technologies and their uses in the production of entrepreneurial results. For this reason the importance of strategy formulation that takes into consideration technological issues to increase competitiveness and value creation is constantly increasing. Managing adequately the technological innovation process can be considered a challenging matter for managers. This dissertation intends to discuss the definition of technological topics for Research, Development and Innovation. For this reason, the actual process of definition of technological topics at CEMIG is presented and discussed in detail in the case study. This study proposes the guidelines for the definition of the technological topics that will allow technological planning concerning value creation.

Key-words: technological strategy; technological management; technological topics for research, development and innovation

“...se puede vivir sin el bien supremo, pero no con el mal supremo”

Hans Jonas, El principio de responsabilidad, 1995.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Estratégia pretendida, deliberada e emergente.....	20
Figura 2: Cadeia de valor genérica de Porter.....	25
Figura 3: Sistema de valor.....	26
Figura 4: Competências como fonte de valor para o indivíduo e para a organização...	27
Figura 5: Curva S – representa o ciclo de vida do produto.....	34
Figura 6: Tecnologias associadas à cadeia de valor.....	36
Figura 7: Avaliação da capacidade de inovação da organização.....	39
Figura 8: Etapas principais da gestão estratégica de tecnologia na Cemig.....	62
Figura 9: Principais atores do processo corporativo de GET na Cemig – Fase 2.....	63
Figura 10: Diagrama do processo de gestão de tecnologia do negócio distribuição.....	70
Figura 11: Principais atores do processo corporativo da GET na Cemig – Fase 3.....	79
Figura 12: Comitê de Gestão Estratégica de Tecnologia – CoGET e núcleos setoriais	81
Figura 13: Fase 1 - Identificação de projetos para o PDTI.....	88
Figura 14: Fase 2 - Necessidades tecnológicas.....	89
Figura 15: Fase 3 - Definição dos temas tecnológicos.....	91
Figura 16: Procedimentos para aperfeiçoamento do processo de definição dos temas tecnológicos.....	95
Gráfico 1: Evolução dos custos anuais dos projetos de P&D Cemig/ANEEL.....	86

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Escolas de estratégia conforme classificado por Mintsberg <i>et al.</i> (2000)....	19
Quadro 2: Função para planejamento estratégico de forma contínua.....	23
Quadro 3: Capacidade de inovação da organização.....	40
Quadro 4: Procedimentos para definição de temas tecnológicos estratégicos.....	44
Quadro 5: Diretrizes da Cemig x diretrizes operacionais da distribuidora.....	70
Quadro 6: Oportunidades tecnológicas.....	72
Quadro 7: Fatores de competitividade X tecnologias de equipamentos.....	73
Quadro 8: Fatores de competitividade X processos tecnológicos.....	74
Quadro 9: Avaliação da capacitação tecnológica.....	75
Quadro 10: Avaliação da competitividade mercadológica.....	75
Quadro 11: Necessidades tecnológicas.....	76
Quadro 12: Projetos em desenvolvimento X diretrizes operacionais.....	77
Quadro 13: Resultados previstos para os projetos de P&D CEMIG.....	87

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Projetos do PDTI da Cemig.....	60
Tabela 2: Valores anuais dos projetos de P&D - CEMIG (valores em 10 ³ reais.....	84
Tabela 3: Número de projetos do programa Cemig/ANEEL.....	85
Tabela 4: Porcentagem de recursos aplicados nas diferentes linhas de pesquisa.....	86

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BOVESPA	Bolsa de Valores de São Paulo
Cemig	Companhia Energética de Minas Gerais
CGEE	Centro de Gestão de Estudos Estratégicos
CGET	Centro de Gestão Estratégica de Tecnologia
CoGET	Comitê de Gestão Estratégica de Tecnologia
CONEM	Comissão de Normalização Técnica e Equipamentos
CPDT	Comitê de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico
CPE	Comitê de Planejamento Empresarial
CTENERG	Fundo Setorial de Energia Elétrica
CTPETRO	Fundo Setorial do Petróleo e Gás Natural
DEC	Duração das interrupções de energia elétrica
ElectreIII	<i>Elimination Et Choix Traduisant la Réalité</i>
FEC	Frequência de interrupções de energia elétrica
FIA-USP	Fundação Instituto de Administração da Universidade de São Paulo
FIEMG	Federação das Indústrias de Minas Gerais
GAP	Distanciamento tecnológico
GASMIG	Companhia de Gás de Minas Gerais
GET	Gestão Estratégica de Tecnologia
INFOVIAS	Empresa de telecomunicação da Cemig
kV	Kilovolts (Tensão - volts x 1000)
LT	Linha de transmissão
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia
Mw	Megawatt (potência – watt x 1000.000)
MWh	Megawatt por hora (energia)
P&D	Pesquisa e desenvolvimento
PCH	Pequenas Centrais Hidrelétricas
PDTI	Programa de Desenvolvimento Tecnológico Industrial
PEM	Célula combustível de membrana de troca de íons
PETROBRAS	Companhia de Petróleo Brasileiro e Gás
RETEC-FIEMG	Rede Tecnológica da FIEMG

SWOT	<i>Strenghts, Weaknesses, Opportunities, Threats</i> (pontos fortes, pontos fracos, oportuniades e ameaças)
TE	Superintendência de Tecnologia e Alternativas Energéticas
ZnO	Óxido de Zinco

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 O problema de pesquisa.....	14
1.2 Objetivos da pesquisa.....	15
<i>1.2.1 Objetivo geral.....</i>	<i>15</i>
<i>1.2.2 Objetivos específicos.....</i>	<i>15</i>
1.3 Justificativa da pesquisa.....	16
1.4 Estrutura da dissertação.....	16
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	18
2.1 Estratégia empresarial: as diferentes escolas.....	18
<i>2.1.1 Análise da cadeia de valor.....</i>	<i>24</i>
<i>2.1.2 Competências essenciais.....</i>	<i>27</i>
<i>2.1.3 Metodologia prospectiva.....</i>	<i>29</i>
<i>2.1.4 Ciclo de vida do produto.....</i>	<i>34</i>
2.2 Estratégia tecnológica.....	35
<i>2.2.1 Definição de temas tecnológicos estratégicos.....</i>	<i>41</i>
2.3 Dimensões para a definição de temas tecnológicos estratégicos.....	44
3 METODOLOGIA.....	52
3.1 Tipo de pesquisa.....	53
3.2 Unidades empíricas de análise e coleta de dados.....	53
3.3 Estratégia para análise de dados.....	54
4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	55
4.1 Apresentação da empresa (Cemig, 2007).....	55
4.2 Tecnologia na Cemig.....	57
4.3 Fase 1 – Programa de Desenvolvimento Tecnológico e Industrial na CEMIG.....	59
4.4 Fase 2 – Implantação da Gestão Estratégica de Tecnologia na CEMIG.....	60
<i>4.4.1 Avaliação da implantação da Gestão Estratégica de Tecnologia.....</i>	<i>66</i>
<i>4.4.2 Exemplo de aplicação da GET na empresa de distribuição da Cemig.....</i>	<i>68</i>
4.5 Fase 3 – Estrutura do processo atual da GET na Cemig.....	78

<i>4.5.1 Definição de temas tecnológicos: processo atual da Cemig</i>	80
4.6 Evolução do processo de definição de temas tecnológicos na Cemig	88
4.7 Análise do processo de definição de temas tecnológicos da Cemig	91
5 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	96
5.1 Aspectos relevantes da pesquisa	97
5.2 Contribuições e implicações da pesquisa	100
5.3 Limitações e sugestões para trabalhos futuros	100
REFERÊNCIAS	101

1 INTRODUÇÃO

As empresas de energia elétrica iniciaram em 2004 um processo de reestruturação em função do novo modelo do setor elétrico. Essas mudanças exigiram novas posturas organizacionais que contemplavam a elaboração de estratégias, abordando questões relativas à competitividade e sustentabilidade em longo prazo.

Paralelamente a esse novo modelo concorrencial, as empresas do setor elétrico estão obrigadas a aplicar 1% da sua receita operacional em projetos de pesquisa, desenvolvimento e eficiência energética. Esses recursos compulsórios para pesquisa têm impulsionado também as empresas do setor elétrico a elaborarem estratégias tecnológicas que visem ao desenvolvimento de portfólios de projetos alinhados com os cenários de futuro, com o objetivo de maior agregação de valor aos negócios.

Nesse contexto, avalia-se a utilização de um modelo que incorpora análise da cadeia de valor, competências essenciais e prospecção tecnológica, para elaboração dessas estratégias tecnológicas, de forma a buscar uma visão compartilhada sobre os avanços tecnológicos futuros e assegurar a competitividade empresarial.

Procura-se, com este trabalho, demonstrar a importância de as empresas terem uma estratégia tecnológica formulada a partir da análise mercadológica, competências empresariais e análise das tendências tecnológicas. Ressalta-se o valor do estabelecimento da estratégia tecnológica com base em visões de futuro, de modo a sinalizar os caminhos a serem trilhados na definição de temas para pesquisas que possam contribuir para a competitividade da organização no longo prazo.

Nesta dissertação foi feito estudo de caso da Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig), no qual se procurou avaliar a evolução do processo de definição de temas tecnológicos para pesquisa e desenvolvimento (P&D) e, dessa forma, sugerir melhorias para enquadrá-lo nas melhores práticas da gestão estratégica de tecnologia, com base no referencial teórico. Em síntese, buscou-se identificar os procedimentos otimizados para as concessionárias de energia elétrica definirem temas tecnológicos para P&D e inovação, visando à maior agregação de valor aos negócios.

1.1 O problema de pesquisa

O setor elétrico, até recentemente, atuava em estado de equilíbrio entre oferta e demanda de energia elétrica. As empresas eram monopolistas e o sistema era praticamente baseado em grandes hidrelétricas. Esse modelo, que foi planejado e desenvolvido com base no grande potencial hídrico, foi sustentado por uma oferta abundante de financiamentos internacionais e de recursos públicos, os quais permitiram a expansão da geração de energia elétrica nos moldes como é conhecida atualmente.

O novo modelo do sistema elétrico nacional implantado desde 2004 procura atrair parceiros privados para o processo de expansão da oferta de energia. Além da criação de um ambiente competitivo no negócio de geração, há a possibilidade de quebra do monopólio da malha de transmissão e da rede de distribuição à medida que as empresas tradicionais passam a conviver com os novos entrantes no sistema.

Adicionalmente a essa nova situação de regulamentação e concorrência, o setor enfrenta dificuldades crescentes na implementação da geração tradicional baseada em hidrelétricas de grande porte, pois estas têm sofrido pressões ambientais e sociais cada vez mais intensas. Acrescente-se a isso o fato de novos empreendimentos estarem afastados dos centros de demanda, o que, muitas vezes, aumenta o custo de transmissão e, por consequência, o preço da energia ofertada.

Paralelamente, estão sendo introduzidas no setor elétrico brasileiro as usinas termelétricas (gás natural, carvão mineral e nuclear) e outras formas de geração com base nas fontes renováveis (eólica, solar, biomassa e pequenas centrais hidrelétricas). Observa-se, ainda, o amadurecimento das tecnologias de geração de pequeno porte (célula a combustível, microturbinas, motores Stirling, módulos fotovoltaicos, grupo moto gerador a gás), que permitem geração próxima do consumo sem utilização do sistema de transmissão (geração distribuída).

Para tornar mais complexo o ambiente, o setor é influenciado pelo preço e a disponibilidade de energéticos fósseis. O uso desses fatores está atrelado às questões sociais e ambientais, tendo as mudanças climáticas como pano de fundo.

Nesse contexto, torna-se importante o estabelecimento de estratégias tecnológicas para que sejam aproveitadas as oportunidades de novos negócios. São necessárias alterações no planejamento setorial, adaptações às novas regulamentações, melhor conhecimento do mercado, aproveitamento das oportunidades da geração distribuída, utilização das alternativas energéticas e, principalmente, das termelétricas e da co-geração.

Destaca-se como outro importante fator de fortalecimento do estabelecimento de estratégias tecnológicas a Lei 9.991, de julho de 2000, que estabeleceu a obrigatoriedade de as empresas de energia elétrica aplicarem 1% da sua receita operacional líquida em projetos de pesquisa, desenvolvimento e eficiência energética. Parte desses recursos é repassada diretamente para o Fundo Setorial de Energia Elétrica (CTENERG), para investimento em P&D pelo governo federal, e o restante é destinado às concessionárias, que são obrigadas a investir em projetos de P&D com a supervisão da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

Portanto, nesse novo ambiente, com recursos para P&D garantidos compulsoriamente, torna-se necessário o estabelecimento de estratégias para explicitação de temas tecnológicos prioritários, para que as empresas possam montar portfólios de projetos alinhados com os cenários de futuro, mantendo-se competitivas no mercado.

Assim, identificou-se a necessidade de explorar-se a seguinte questão: como definir temas tecnológicos para montagem de programas de P&D e inovação nas empresas do setor elétrico, que possibilitem aproveitar as oportunidades de novos negócios abertas pela evolução do setor?

1.2. Objetivos da pesquisa

1.2.1 Objetivo geral

Identificar e analisar como uma concessionária de energia elétrica define os temas tecnológicos para pesquisa e inovação, propondo melhorias no processo.

1.2.2 Objetivos específicos

- Analisar como são definidos os temas tecnológicos para P&D e inovação na CEMIG.
- Analisar a relação que existe entre o processo de formulação da estratégia e a definição de temas tecnológicos para P&D e inovação.
- Identificar procedimentos para maximizar o processo de definição de temas tecnológicos para P&D e inovação.

- Propor modificações no processo a fim de possibilitar que as oportunidades de novos negócios sejam aproveitadas.

1.3 Justificativa da pesquisa

As empresas concessionárias de energia elétrica no Brasil necessitam de metodologia sistematizada para definição de temas tecnológicos que ajudem no direcionamento dos investimentos de pesquisa e desenvolvimento, de forma a serem mais competitivas e, assim, poderem agregar valor para os acionistas e a sociedade.

Essa necessidade tornou-se mais evidente após a obrigatoriedade de se utilizarem recursos em projetos de P&D. As concessionárias de energia elétrica estão sendo forçadas a pensar estrategicamente para aproveitarem melhor esses recursos, que são bastante volumosos, alcançando, em algumas concessionárias, valores superiores a 30 milhões de reais ao ano. Para se ter uma idéia do montante envolvido, somente os valores controlados pela ANEEL, considerando-se as 102 empresas do setor elétrico, chegam à cifra de 300 milhões de reais anuais, valores do Ciclo 2006/2007, conforme publicação da ANEEL.

Até recentemente, as empresas do setor elétrico utilizavam as novas tecnologias de forma intensiva para a melhoria operacional dos processos, sem muita preocupação com custos e competitividade no longo prazo. Porém, o quadro mudou e elas agora estão se adaptando à nova realidade. Assim, torna-se primordial o estabelecimento de procedimentos estruturados, participativos e integrados entre suas diversas áreas, para identificar, priorizar e definir onde devem ser realizados os novos investimentos em pesquisa, desenvolvimento e tecnologia, de modo a alcançar maior agregação de valor aos negócios.

1.4 Estrutura da dissertação

A dissertação está estruturada em cinco capítulos. O capítulo 1 apresenta o problema da pesquisa, os objetivos e a justificativa para se estudar a definição estratégica de temas tecnológicos para P&D e inovação do setor elétrico.

O capítulo 2 relata a revisão bibliográfica sobre as estratégias competitivas das organizações, com base nas diferentes escolas. Discute-se a importância das competências

essenciais, da análise da cadeia de valor, da análise do ciclo de vida do produto e da prospecção tecnológica para formulação da estratégia tecnológica e empresarial das organizações. Procura-se destacar que a definição dos temas tecnológicos para inovação deve emergir da formulação da estratégia empresarial elaborada de forma participativa, envolvendo toda a organização, com base na análise das vantagens competitivas e na visão de futuro.

No capítulo 3 é abordada a metodologia de pesquisa adotada, no que se refere ao estudo de caso da Cemig.

O capítulo 4 detalha o estudo de caso, confrontando-o com o referencial teórico e sugerindo melhorias no processo.

Finalmente, no capítulo 5, são feitos comentários finais e sugestões para pesquisas futuras.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Estratégia empresarial: as diferentes escolas

Segundo Mintzberg *et al.* (2000) a palavra estratégia existe há muito tempo e os autores da área de Administração geralmente a tratam como um plano para atingir resultados consistentes com as missões e objetivos das organizações. Para eles, porém, não existe definição simples para estratégia, depende de como ela é formulada. O QUADRO 1 informa as 10 escolas identificadas por esses autores, em seus diferentes estágios de desenvolvimento, algumas em evolução e outras em declínio. As escolas descritivas estão mais preocupadas com a maneira pela qual as estratégias são de fato formuladas do que com o processo formal de elaboração, principal preocupação das escolas de natureza prescritivas. Mintzberg *et al.* (2000) propõem também cinco definições para estratégia, que se relacionam de forma variada com as 10 escolas listada no QUADRO 1:

- Estratégia como plano - conjunto de ações conscientemente pensadas – pretendida, um caminho para atingir um objetivo no futuro.
- Estratégia como padrão - consistência de comportamento ao longo do tempo – olhar o comportamento passado.
- Estratégia como uma posição - olhar para fora, para o mercado, ocupar determinada posição no mercado.
- Estratégia como uma perspectiva - olhar para dentro da organização, para a grande visão da organização.
- Estratégia como um truque - manobra específica para enganar a concorrência.

QUADRO 1

Escolas de estratégia conforme classificado por Mintzberg *et al.* (2000)

Natureza Prescritiva	Escola do <i>Design</i>	Formulação de estratégia como um processo de concepção
	Escola do Planejamento	Formulação de estratégia como um processo formal
	Escola do Posicionamento	Formulação de estratégia como processo analítico (foco no mercado)
Natureza Descritiva	Escola Empreendedora	Formulação da estratégia como um processo visionário
	Escola Cognitiva	Formulação da estratégia como um processo mental
	Escola de Aprendizado	Formulação da estratégia como um processo emergente (organização se adapta)
	Escola do Poder	Formulação da estratégia como um processo de negociação
	Escola Cultural	Formulação da estratégia como um processo coletivo
	Escola Ambiental	Formulação da estratégia como um processo reativo
	Escola de Configuração	Formulação da estratégia como um processo de transformação

FONTE: Mintzberg *et al.* (2000).

Mintzberg *et al.* (2000) enfatizam que existe discrepância entre a estratégia planejada e a realizada pelas organizações. Para solucionar essa questão, eles introduziram o termo estratégia pretendida como sendo a estratégia planejada, que pode ser deliberada ou não.

Eles definiram também o termo estratégia emergente, pois “o mundo real exige pensar à frente e também em alguma adaptação durante o percurso” (Mintzberg *et al.*, 2000, p.19), conforme apresentado na FIG. 1. Portanto, na estratégia emergente o padrão realizado não é o pretendido, pois a formulação da estratégia ocorre durante a ação.

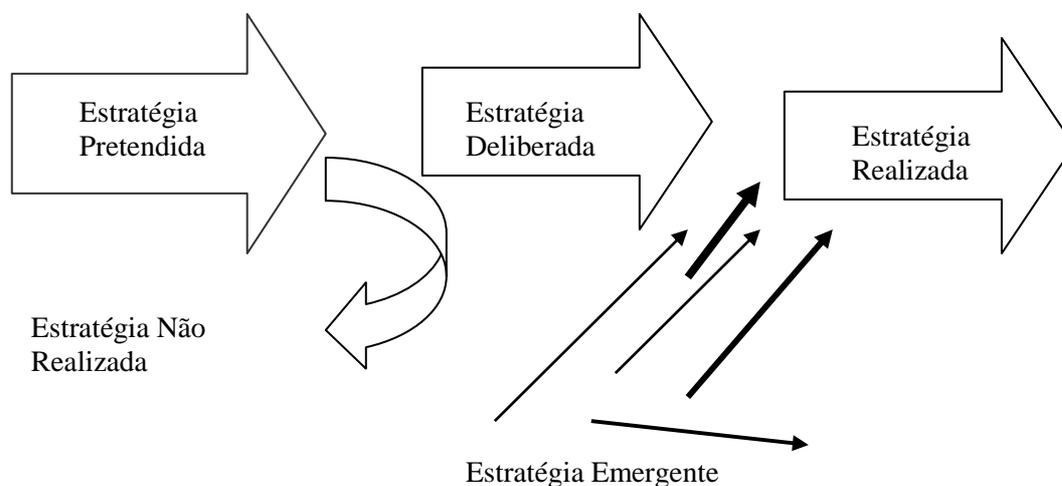


FIGURA 1: Estratégia pretendida, deliberada e emergente.

FONTE: Mintzberg *et al.* (2000).

Netto (2006) argumenta que os conceitos de estratégia estão evoluindo e, na década de 90, Mintzberg redefiniu e ampliou os conceitos de estratégia com a introdução do pensamento estratégico, mostrando a importância da utilização de novas idéias para estabelecimento da estratégia.

Mintzberg *et al.* (2000) esclarecem que a idéia de estratégia desenvolveu-se em um espírito rígido atrelado a planejamentos longos, controle racional de ambiente e com aparato técnico e analítico extremamente sofisticado. Frente a isso, introduziram o conceito de estratégia emergente, referindo-se a uma estratégia não planejada, característica de empresas inovadoras, como aquilo que a organização efetivamente faz, ou ação que ela coloca em prática para obter vantagem competitiva.

Procurando entender as fontes de vantagem competitiva, Barney (1995) argumenta que os gerentes utilizam modelos que consideram o conhecimento prévio do ambiente externo para avaliação das ameaças e oportunidades e do ambiente interno para identificação de pontos fortes e fracos. Um exemplo bastante utilizado é conhecido como SWOT (pontos fortes, pontos fracos, oportunidades e ameaças - ou *strengths, weaknesses, opportunities, treats*). Mintsberg *et al.* (2000) enfatizam o SWOT como representante da escola de *design*, sendo um dos métodos de elaboração de estratégia mais estudados nos livros textos sobre estratégia, apresentando deficiências importantes: “já sugerimos que as

premissas do modelo negam certos aspectos importantes da formulação de estratégia, inclusive o desenvolvimento incremental e a estratégia emergente, a influência da estrutura existente sobre a estratégia e a plena participação de outros atores, além do executivo principal” (MINTZBERG *et al.*, 2000, p.34).

Barney (1995) acrescenta que o modelo SWOT permite identificar aquilo que se pode fazer para alcançar vantagem competitiva, principalmente com visão do ambiente externo, porém esse modelo não desenvolveu ferramentas adequadas para tratar do ambiente interno. Para o autor, a análise dos fatores internos: recursos em equipamentos e instalações; recursos humanos; recursos financeiros; foco nas competências organizacionais; políticas de compensação; bons relacionamentos; credibilidade; cultura interna, etc. são fundamentais para completar o modelo SWOT.

Conforme Mintsberg *et al.* (2000), a escola de posicionamento, representada por Michael Porter, desenvolveu modelos que acrescentaram melhoria ao modelo SWOT. Segundos eles, Porter(1990) ampliou o conceito com a introdução de cinco forças competitivas e três estratégias e também com a introdução do conceito de cadeia de valor. Ele detalhou as cinco forças competitivas como: ameaça de entrada de novos concorrentes; ameaça de produtos substitutos; poder de negociação dos compradores; poder de negociação dos fornecedores; e rivalidade entre concorrentes. As três estratégias são: liderança em custo; diferenciação e foco em determinado mercado.

Aprofundando as abordagens sobre competitividade das empresas, Fleury e Fleury (2003) ressaltam que os debates têm sido enriquecidos nos últimos anos por diferentes posicionamentos estratégicos. Segundo eles, Porter, um dos formuladores da abordagem clássica do pensamento estratégico, prioriza a análise de mercados, da competição e o entendimento da posição relativa de cada empresa em sua indústria. De acordo com esse posicionamento, a estratégia da empresa deve resultar da identificação de tendências e de oportunidades. Portanto, trata-se de uma abordagem mercadológica, a partir da qual a criação de vantagens competitivas está relacionada com produtos e mercados. Nesse sentido, é considerada uma abordagem de “fora para dentro”.

Fleury e Fleury (2006) defendem a importância de obterem-se vantagens competitivas construídas a partir da visão dos recursos internos da organização. Essa abordagem, denominada *resources based view of the firm*, considera que toda empresa possui recursos físicos, financeiros, culturais, administrativos, logísticos e humanos. Para seus defensores, a definição das estratégias competitivas deve partir da perfeita compreensão das possibilidades estratégicas passíveis de serem operacionalizadas e

sustentadas pelos recursos internos da organização. Essa abordagem caracteriza-se como sendo de “dentro para fora”. “O conceito de competência organizacional tem suas raízes na abordagem da organização como um portfólio de recursos: físicos (infra-estrutura), financeiros, intangíveis (marcas, imagens etc.), organizacionais (sistema administrativo, cultura organizacional) e recursos humanos” (FLEURY; FLEURY, 2006, p. 18).

Prahalad e Hamel (1995) introduziram novo olhar para as competências essenciais da organização para competir pelo futuro e, dessa forma, fortalecer a visão para dentro da organização. Essa forma de abordar o assunto é tratada na teoria de recursos, que defende que a força da vantagem competitiva encontra-se principalmente nos recursos e nas competências desenvolvidas e controladas pela organização.

Mariotto (2006) também relata que novos modelos para tratamento da estratégia emergente vêm sendo apresentados. Esses modelos tratam a estratégia emergente como um fenômeno hierárquico (inicia-se na base da organização e emerge até o topo); como fenômeno cognitivo (a estratégia emergente aparece quando a organização coletivamente começa a percebê-la); como resultado de auto-organização em sistemas complexos (a estratégia é desenvolvida como resultado de inúmeras ações não coordenadas); e como um fenômeno de aprendizado (a estratégia ocorre quando a organização consegue realizar suas ações e seus próprios planos). Mariotto (2006) acrescenta que essas interpretações são mais complementares que conflitantes e podem ser vistas como aspectos diferentes de um fenômeno único e mais complexo.

Assim, ele propõe o “Modelo de Mudanças Contínuas” para organizar as diversas perspectivas sobre a emergência da estratégia. Neste, ele identifica a necessidade de se ter uma estrutura especificamente projetada para essa função, de modo a criar condições para a organização mudar continuamente, aproveitar oportunidades, otimizar seus recursos e aprender com objetivo de alcançar sua finalidade. O QUADRO 2 apresenta as funções necessárias nessa estrutura específica para realizar-se o planejamento estratégico de forma contínua. Observa-se que ele enfatiza o envolvimento maior das pessoas no processo estratégico, experimentação de novos produtos e construção de cenários.

QUADRO 2

Função para planejamento estratégico de forma contínua

Estruturas, processos e técnicas tais como:	Criando condições de	Que promovem	Para realizar
Controles interativos.	Atenção contínua.	Mudança contínua.	A finalidade e os
Conexões em tempo real.	Partilha de informações.	Aproveitamento de	objetivos gerais
Reuniões estratégicas freqüentes.	Envolvimento pessoal.	oportunidades.	da organização
Modelos mentais explícitos.	Intimidade com as questões.	Otimização de	
Modelos computacionais de simulação.	Compreensão coletiva.	recursos.	
Construção de cenários.	Comprometimento.	Aprendizado	
Produtos experimentais.		organizacional.	

FONTE: Mariotto (2006).

Um dos aspectos importantes na formatação da estratégia diz respeito à forma como ela é conduzida na organização. Mariotto (2006) descreve que a abordagem clássica do planejamento estratégico estabelece que os objetivos gerais da organização são definidos pela alta direção e depois implementados pela gerência de nível mais baixo, caracterizando uma abordagem de “cima para baixo” que, segundo ele, não é mais suficiente para lidar com novas situações. Ele preconiza que outras maneiras de formulação de estratégia têm sido observadas em empresas inovadoras. Trata-se, por exemplo, da abordagem de “baixo para cima”, caracterizada pela participação dos níveis mais baixos da organização no processo, induzida pela alta administração por meio de mecanismos de motivação. Nesse modelo, percebe-se um duplo fluxo de influências de cima para baixo e de baixo para cima.

Atualmente, outros autores têm outras formas de abordar esse assunto. Netto (2006) sugere que, com a evolução das teorias de pensamento estratégico, as empresas já pensam em outras formas de competir, diferentemente da maneira de “olhar” o mercado de fora para dentro e/ou de dentro para fora. Assim, as empresas procuram não apenas adquirir competências que serão necessárias no futuro, mas, sobretudo, modificar a forma de trabalhar no sentido de não mais competir. Ele também destaca a diferença de planejamento estratégico e pensamento estratégico:

O planejamento estratégico se confunde com o processo de planejamento anual da empresa. É um processo burocrático e acaba cuidando muito pouco da estratégia. Já o pensamento estratégico força a buscar novos caminhos. As empresas brasileiras, por não pensarem estrategicamente, inovam pouco; tendem a ser mais copiadoras de inovações que já foram testadas no exterior” (NETTO, 2006, p.15).

Kim e Mauborn (2005) introduziram o conceito de inovação de valor e explicam como as empresas podem evitar a competição abrindo novos mercados. Eles consideram difícil para uma empresa que já opera no mercado “oceanos vermelhos” evitar a competição tradicional. Essas empresas, entretanto, podem alcançar bons lucros caso optem por “oceanos azuis”, nos quais não há concorrência. Os autores também enfatizam, com base em pesquisa realizada em várias organizações, que a diferença entre empresas vencedoras e perdedoras está na estratégia de inovação. O ponto principal da estratégia de oceano azul, para Kim e Mauborn (2005), é a reformulação das fronteiras do mercado para evitar-se a concorrência. Para isso, eles sugerem pesquisar: setores alternativos; grupos estratégicos dentro do setor; cadeia de compradores; oferta de produtos e serviços complementares; desejos funcionais e emocionais dos compradores; e participação no desenvolvimento das tendências externas ao longo do tempo.

A literatura examinada acima mostra que o processo de formulação de estratégia é um processo dinâmico, que envolve diferentes atores, configurando-se como um processo contínuo de aprendizado organizacional para absorver e se adaptar às estratégias emergentes, que muitas vezes são as realmente realizadas, conforme Mariotto (2006).

Se a formação de estratégia é uma busca de algo único, então os dirigentes deveriam ir além de descobrir por que outras organizações são bem-sucedidas. Eles deveriam tanto inventar novas estratégias como serem capazes de reconhecer estratégias novas que estão surgindo. E, para que possam cumprir esta última tarefa de maneira eficaz, eles terão de dominar uma tecnologia verdadeiramente nova, feita de certas estruturas, processos e técnicas especialmente criadas para mobilizar as estratégias emergentes.” (MARIOTTO, 2006, p.59).

Dessa forma o processo de definição de temas tecnológicos, realizado de forma sistemática, com os procedimentos de prospecção tecnológica, análise de cadeia de valor, análise de ciclo de vida, identificação de competências essenciais e análise dos fatores de competitividade, abordados nessa dissertação, pode ser uma ferramenta útil para lidar com os desafios tecnológicos da organização.

2.1.1 Análise da cadeia de valor

Porter (1990) enfatiza a necessidade de análise sistemática de todas as atividades executadas por uma empresa e do modo de interação dessas, para identificação das fontes de vantagem competitiva. Ele introduz o conceito de cadeia de valor: “a cadeia de valores desagrega uma empresa nas suas atividades de relevância estratégica para que possa compreender o comportamento dos custos e as fontes existentes e potenciais de diferenciação” (PORTER, 1990, p.31).

A criação de valor é o objetivo de qualquer estratégia empresarial e, segundo ele, obtida por meio da liderança em custos ou diferenciação. Cadeia de valor é o conjunto das atividades distintas que a empresa utiliza para realizar seus negócios. “A identificação das atividades de valor exige o isolamento de atividades tecnológica e estrategicamente distintas. As atividades de valor e as classificações contábeis raramente são as mesmas” (PORTER, 1990, p.36). Porter (1990) classifica as atividades em cinco categorias primárias e quatro categorias de apoio, conforme mostra a FIG. 2.

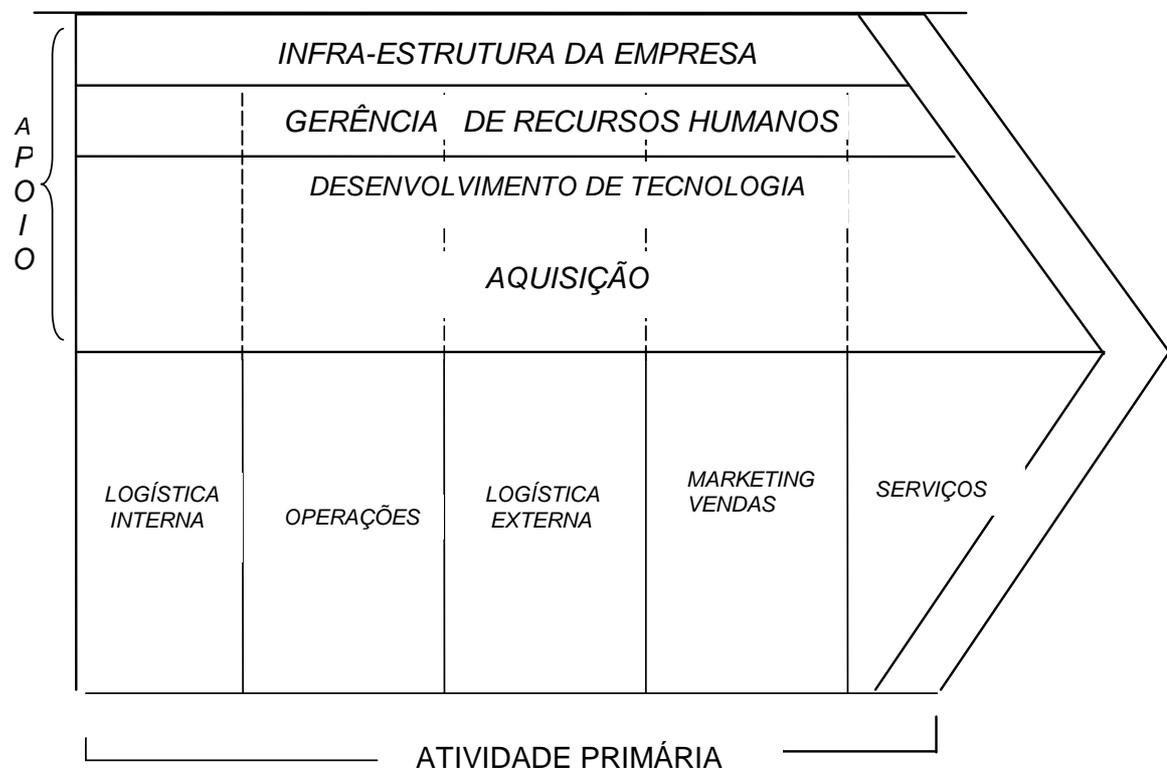


FIGURA 2: Cadeia de valor genérica de Porter.

FONTE: Porter (1990).

Essa categoria primária abrange principalmente as atividades de: logística interna (recebimento, armazenagem e distribuição de insumos, manuseio de material, controle de estoque, frotas, fornecedores); operações (atividade relacionada com a transformação de matéria-prima em produtos finais, trabalho com máquinas, operação de produção, embalagem, montagem); logística externa (movimentação e armazenagem de produtos acabados); marketing e vendas (propaganda e esforço de venda); serviços (serviços de pós-venda, conserto, fornecimento de peças de manutenção, treinamento). A categoria apoio abrange: aquisição de insumos (matéria-primas, máquina, equipamentos, laboratório e escritório, prédios); gerência de recursos humanos (recrutamento, treinamento, contratação de pessoal); desenvolvimento de tecnologia (procedimentos e *know-how*, projetos, tecnologias para melhoria e aperfeiçoamento do produto, tecnologias de logística, preparação de documentos, telecomunicação, automação de escritórios, desenvolvimento de tecnologias para produtos, P&D); infra-estrutura da empresa (gerência geral, planejamento, finanças, contabilidade, jurídico, governança, qualidade).

Porter (1990) também define sistema de valores como o conjunto das cadeias de valores individuais (cadeia dos fornecedores, cadeia da empresa, cadeia dos canais de distribuição e cadeia dos compradores) que fazem parte do fluxo e do processo de transformação de produtos, desde a matéria-prima até o usuário final, conforme FIG. 3.

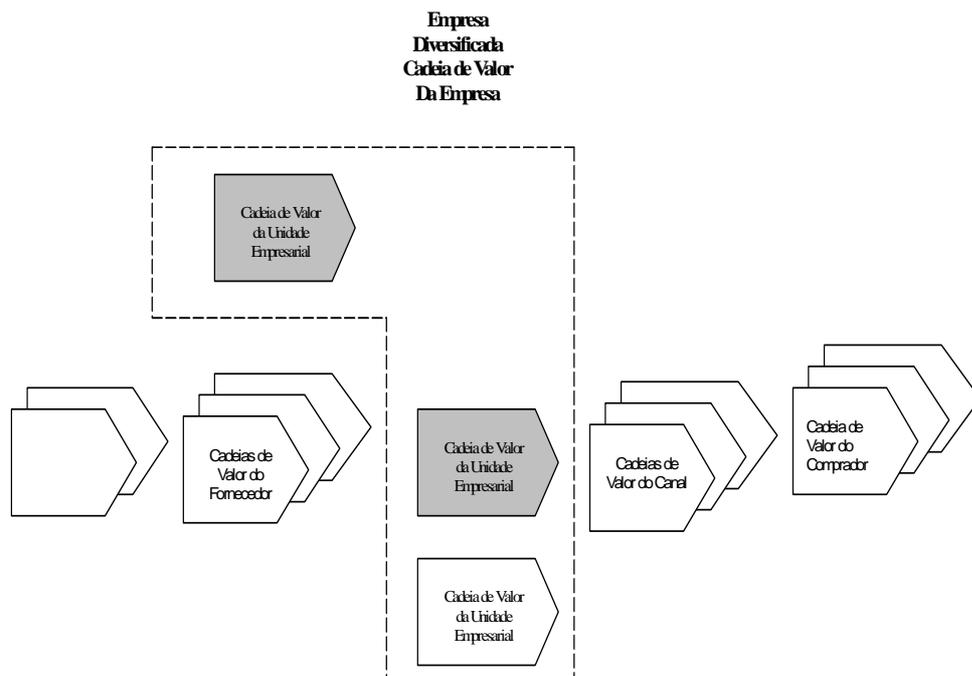


FIGURA 3: Sistema de valor.

FONTE: Porter (1990).

Aprofundando sua análise a partir do conceito de cadeia de valor e segmentação da indústria, Porter (1990) explicita as maneiras pelas quais uma empresa pode alcançar vantagem competitiva sustentável na indústria: escolhendo os segmentos da indústria em que pretende competir e, portanto, seus concorrentes; definindo sua estratégia competitiva básica; e gerenciando as atividades de valor da empresa.

O crescimento da lucratividade de uma empresa depende de uma estratégia eficiente e, para isso, é necessário definir como ocorre a agregação de valor. A análise da cadeia de valor permite identificar quais os fatores que podem alterar os custos ao longo da cadeia e, dessa forma, traçar estratégias mais realistas, com base nas possibilidades tecnológicas e nas competências organizacionais. Esse procedimento é útil na escolha das competências capazes de gerar valor, que devem ser mantidas, aperfeiçoadas ou desenvolvidas, e também daquelas que devem ser terceirizadas.

2.1.2 Competências essenciais

Segundo Fleury e Fleury (2006), o conceito de competências organizacional teve origem na abordagem da organização como um portfólio de recursos físicos, financeiros, administrativos, culturais e humanos. Para os defensores dessa abordagem, é importante as organizações focarem em grupos específicos de recursos para alcançarem lucratividade no longo prazo.

Hamel e Prahalad (1995) formularam o conceito de competência essencial, com a qual a empresa deve ampliar o horizonte de oportunidades para competir no futuro, através da “inter-relação dinâmica entre competências organizacionais e a estratégia competitiva”.

Uma empresa deve ser vista não apenas como um portfólio de produtos ou serviços, mas também um portfólio de competências” (HAMEL; PRAHALAD, 1995, p.257)

Para Hamel e Prahalad (1995), competência é a capacidade de combinar, misturar e integrar recursos em produtos e serviços. Eles diferenciam competências organizacionais e competências essenciais. As primeiras estão relacionadas com as competências necessárias para cada função, e as essenciais, com aquelas que oferecem reais benefícios aos consumidores, são difíceis de imitar e permitem a obtenção de vantagem competitiva sustentável perante as demais organizações. Fleury e Fleury (2006) acrescentam “que a organização possui diversas competências organizacionais, localizadas em diversas áreas;

dessas somente algumas são as competências essenciais, aquelas que diferenciam e que lhe garantem uma vantagem competitiva sustentável perante as demais organizações”.

A formulação da estratégia competitiva deve buscar, portanto, potencializar as competências nas quais a empresa é mais forte, administrando e desenvolvendo as competências essenciais que, segundo Fleury e Fleury (2006), são os aspectos mais importantes para a competitividade das empresas.

Fleury e Fleury (2006) acrescentam também que as competências organizacionais e essenciais dependem das pessoas; portanto, o desenvolvimento das competências está relacionado com o desenvolvimento individual. Hamel e Prahalad (1995) esclarecem que as competências essenciais não dependem de uma tecnologia específica, mais são o resultado do aprendizado coletivo da organização.

Dessa maneira, pode-se dizer que as competências – tanto as essenciais como as organizacionais – são constituídas a partir da combinação de recursos e de múltiplas competências individuais, de tal forma que o resultado total é maior do que a soma das competências individuais.” (Fleury e Fleury, 2006, p201).

Lê Boterf (*apud* FLEURY; FLEURY, 2006) enfatiza que as competências individuais são formadas pelo conjunto de três dimensões: formação profissional; características pessoais envolvendo biografia e socialização; e experiência profissional. Ele destaca que a competência não está somente no conhecimento que a pessoa tem, mas na capacidade de mobilizar e fazer as coisas acontecerem, um “saber mobilizar”. Hamel e Prahalad (1995) acrescentam que a competência no campo profissional caracteriza-se pelo saber mobilizar, saber integrar e saber transferir recursos.

Lê Boterf ressalta também a importância das empresas desenvolverem as competências coletivas, que estão relacionadas com as competências individuais e com a qualidade da interação entre indivíduos.

A FIG. 4 ilustra a competência como fonte de valor. A gestão de competências deve agregar valor econômico para a organização e valor social para o indivíduo.

Hamel e Prahalad (1995) comentam que as competências essenciais são recursos difíceis de serem imitados pelos concorrentes. São competências que permitem à empresa oferecer benefícios fundamentais ao cliente, agregam valor de forma consistente e conseguem diferenciá-la dos seus competidores. Portanto, a partir delas, pode-se prover produtos e serviços diferenciados, atuando com mais flexibilidade e avançando em diferentes mercados. Essas competências não estão relacionadas somente à tecnologia, mas

podem estar localizadas em vários processos da organização. “As competências essenciais são as portas para as oportunidades futuras” (HAMEL; PRAHALAD, 1995, p.228).

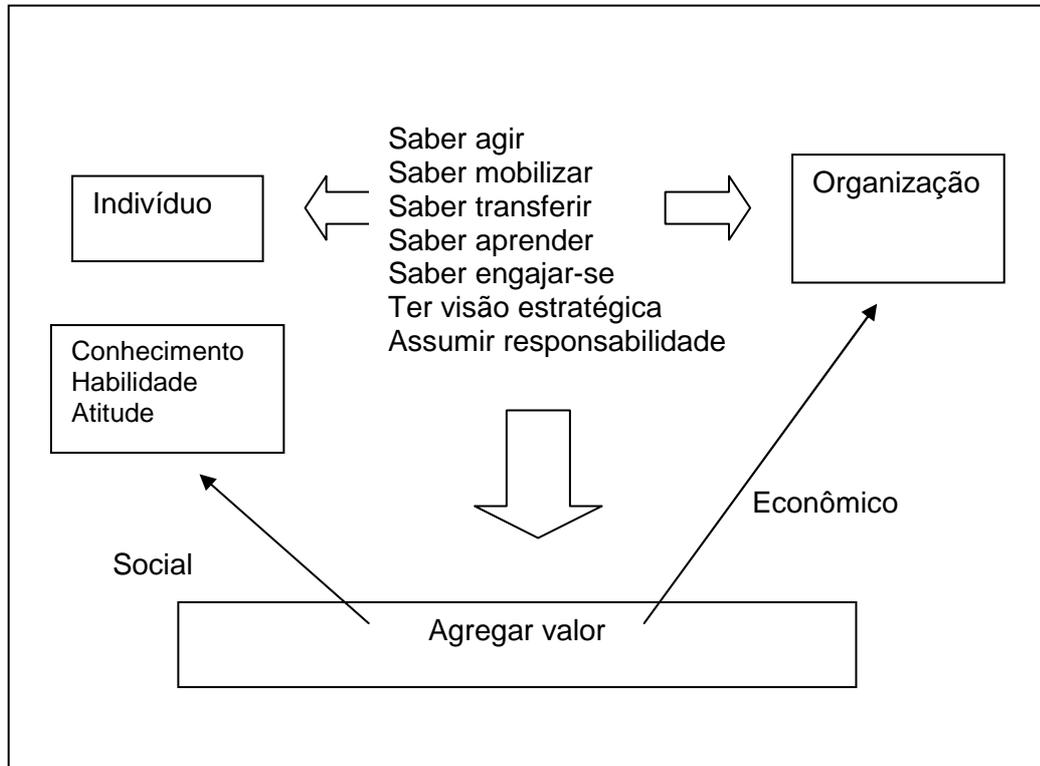


FIGURA 4: Competências como fonte de valor para o indivíduo e para a organização.

FONTE: Fleury e Fleury (2006).

A análise eficaz do ambiente interno inclui o reconhecimento do que são e do que não são as competências essenciais da empresa, a análise dos recursos tangíveis e intangíveis e da capacidade de integração destes. É importante registrar que os grandes líderes mundiais de negócios apóiam a idéia de que o conhecimento possuído pelo capital humano das empresas está entre as capacidades mais significativas de uma organização, podendo, em última análise, ser a raiz de toda a vantagem competitiva.

A identificação das competências essenciais da organização representa um dos fatores importantes para a competitividade no futuro, quando não estão claros as estruturas dos setores, os mercados e as preferências dos clientes. “Uma empresa não pode administrar ativamente as competências essenciais se os gerentes não compartilharem de uma visão de quais são essas competências” (HAMEL; PRAHALAD, 1995, p.261).

2.1.3 Metodologia prospectiva

A utilização de metodologias prospectivas cresceu nos anos 90, principalmente na formulação estratégica na área de ciência e tecnologia, de forma destacada em órgãos do governo e de financiamento. Tais técnicas, em suas várias formas, têm sido aplicadas em áreas de defesa, saúde e planejamento educacional, entretanto, é na área de pesquisa e desenvolvimento que sua aplicação é reconhecida como grande avanço (JOHNSTON, 2000).

Marcial e Grumbach (2004) argumentam que a prospecção é o estudo conduzido para se obterem informações sobre eventos futuros, de tal forma que as decisões de hoje sejam mais fortemente baseadas no conhecimento tácito e explícito disponível. A prospecção visa a incorporar informações ao processo de gestão tecnológica, tentando antecipar e entender as potencialidades, evoluções, características e efeitos das mudanças tecnológicas e predizer possíveis estados futuros da tecnologia a partir de inovações. “Os estudos prospectivos não têm como objetivo prever o futuro e sim estudar as diversas possibilidades de futuros plausíveis existentes e preparar as organizações para enfrentar qualquer uma delas ou mesmo criar condições para que modifiquem suas probabilidades de ocorrência ou minimizar seus efeitos” (MARCIAL; GRUMBACH, 2004, p. 18).

A previsão do futuro freqüentemente começa com os cenários possíveis, baseados em percepções de tendências das mudanças tecnológica, demográfica, no estilo de vida, no estilo de trabalho, na regulamentação, na geopolítica global e em outros setores. Realizados os estudos prospectivos, devem-se realizar análises para a definição do que precisa acontecer para que o futuro desejado se transforme em realidade (HAMEL; PRAHALAD, 1995). Zakiewicz, Ferreira e Bonacelli (2002) também relatam que a definição de atividades de pesquisa está cada vez mais vinculada à avaliação das possibilidades futuras de desenvolvimento tecnológico, destacando-se a valorização de processos participativos que têm a capacidade de ampliar a visão e a capacidade de reflexão.

Para Zackiewicz e Salles-Filho (2001), os estudos prospectivos podem ser utilizados para ajudar nas decisões estratégicas, na identificação e definição de prioridades de temas para pesquisa, ampliação do conhecimento sobre as tendências emergentes, explicitação de oportunidades, promoção de consenso e equilíbrio entre grupos de interesses diferentes, promoção da comunicação, educação e aumento de conhecimento.

Johnston (2000) afirma que os cenários prospectivos têm sido utilizados nos últimos anos com sucesso no tratamento de questões tecnológicas (priorização para financiamento de projetos de P&D em vários países). Tal metodologia teve início no Japão, na década de 70, e expandiu-se fortemente na segunda metade da década de 90 para vários países, em todos os continentes.

Há grande quantidade de métodos e técnicas utilizados para prospecção de futuro, todas as técnicas são apenas ferramentas que não são excludentes e que podem ser empregadas em conjunto, ou em parte, na elaboração de um processo qualquer de construção de cenários. Para construir cenários e definir estratégias, é necessário usar ferramentas simples que devem também ser racionais para estimularem a imaginação, melhorarem a coerência e facilitarem absorção dos resultados pelos envolvidos.

Zackiewicz e Salles-Filho (2001) os classificam em três grupos que podem ser aplicados de maneira isolada ou simultaneamente. Os métodos formais são entrevistas estruturadas, *brainstorming*, sinéctica, análises morfológicas, discussões organizadas sobre questões específicas, Delphi, análise de impactos cruzados, construção e análise de cenários. Os métodos informais são basicamente *workshops*. Os métodos quantitativos são principalmente extrapolação de tendências e modelagens por computador. Algumas das técnicas prospectivas estão descritas abaixo:

BRAINSTORMING: é uma técnica de análise em grupo bastante antiga e ainda muito utilizada, a partir da qual a intenção é produzir o máximo de soluções possíveis para determinado problema. Serve para estimular a imaginação e fazer surgir idéias em grupo, no qual os membros são convidados a opinar sobre um problema ou tema. A ênfase do processo está na geração de um grande número de idéias sem críticas ao longo do processo (CTPETRO, 2003; MARCIAL; GRUMBACH, 2004).

SINÉCTICA: técnica de geração de idéias que utiliza um processo de analogia para identificar possíveis soluções para dado problema. Procura-se encontrar uma analogia para uma situação nova estranha, de modo a torná-la familiar. É uma técnica utilizada para identificação de elementos semelhantes em situações diferentes, conforme Marcial e Grumbach (2004).

ANÁLISE MORFOLÓGICA: consiste em obter de forma sistemática o futuro possível a partir da combinação das partes que compõem um sistema. É a decomposição dos sistemas em vários elementos e a identificação dos atributos (formas de valores que os elementos podem alcançar). Funciona a partir da criação de listas de todas as combinações possíveis das características ou formatos de determinado objeto para determinar as

diferentes categorias de aplicação ou efeito. A análise morfológica representa um método para descobrir novos produtos e novas possibilidades de processos, de acordo com Marcial e Grumbach (2004) e CTPETRO (2003).

MÉTODO DELPHI: trata-se de interrogar individualmente por questionários um grupo de especialistas em determinado assunto. Esse método procura ativar a utilização do julgamento intuitivo, com base nas opiniões de especialistas, que são refinadas em um processo interativo, repetido algumas vezes até se tentar alcançar o consenso. Os especialistas, dessa forma, podem rever suas opiniões conforme as respostas de outros participantes. O método tem sido utilizado para solucionar incertezas sobre condições e tendências futuras. Sua aplicação é maior em casos que envolvem questões científicas e tecnológicas e valores sociais, dimensões dificilmente tratáveis simultaneamente por outras abordagens. O método não fornece uma resposta analítica precisa, mas sim apanhado sistemático de opiniões de uma amostra relevante de especialistas, segundo Marcial e Grumbach (2004) e CTPETRO (2003).

MÉTODO DOS IMPACTOS CRUZADOS: avaliar a influência que a ocorrência de determinado evento tem sobre a probabilidade de ocorrência de outro evento. O método leva em conta a interdependência de várias das questões formuladas, possibilitando que o estudo seja mais global e sistêmico. Foi desenvolvido em reconhecimento ao fato de que a prospecção de eventos futuros, quando feita isoladamente, falha na avaliação dos impactos mútuos que determinados eventos podem ter. A análise de impactos cruzados é uma técnica altamente qualitativa e depende da opinião de especialistas para estimar a ocorrência dos eventos, em consonância com Marcial e Grumbach (2004) e CTPETRO (2003).

ANÁLISE MULTICRITÉRIOS: é o conjunto de técnicas e métodos cujo objetivo é facilitar as decisões referentes a um problema, quando se tem que levar em conta múltiplos critérios. Sua aplicação permite priorizar ou reduzir os vários fatores que devem ser levados em consideração. É uma ferramenta que compara o desempenho das alternativas para cada critério e gera uma hierarquia que sintetiza o resultado final, ordenando as alternativas no sentido da melhor para pior (CTPETRO, 2003; MARCIAL; GRUMBACH, 2004).

CENARIOS: é o conjunto de técnicas e procedimentos sistemáticos para detectar as tendências prováveis da evolução do mundo, necessário para estabelecer uma visão de longo prazo das mudanças ambientais prováveis. A seguir é descrito o método de elaboração de cenários idealizado por Grumbach, de espectro extremamente amplo, para

ser aplicado em planejamento estratégico. Esse método utiliza as técnicas de *brainstorming*, método Delphi e método de impactos cruzados, segundo Marcial e Grumbach (2004). Sua aplicação pode ser dividida em quatro fases, conforme Marcial e Grumbach (2004):

- FASE 1 – DEFINIÇÃO DO PROBLEMA: nessa fase, quem está solicitando o trabalho (decisor estratégico) fixa a proposta do estudo prospectivo, determina a amplitude e o horizonte temporal. São definidos também pelo decisor estratégico os componentes do grupo de controle (analistas) e os peritos que serão convidados a participar do trabalho. Nesse momento, é importante que o grupo fique informado das principais questões motivadoras do trabalho e importância do tema a ser abordado.
- FASE 2 – PESQUISA OU DIAGNÓSTICO ESTRATÉGICO: essa fase, realizada pelo grupo de controle, consiste no minucioso levantamento das variáveis externas e internas do assunto em pauta. Devem estar evidentes a amplitude geográfica e setorial do tema a ser pesquisado, o nível de profundidade estabelecido, o cronograma de trabalho e o horizonte temporal no qual se deseja realizar o estudo prospectivo. A definição dos limites geográficos e setoriais serve para estabelecer os limites onde procurar os fatos portadores de futuro, fora do sistema que se estuda, mas que podem causar algum impacto no futuro. As pesquisas devem avaliar aspectos históricos, internacionais, políticos, geográficos, demográficos, sociais, educacionais, culturais, ambientais, técnico-científicos, entre outros. Um estudo prospectivo também deve pesquisar o passado, embora os acontecimentos passados não sejam, do ponto de vista prospectivo, fatores determinantes do que ocorrerá no futuro, mas apontem alternativas possíveis. Os analistas do grupo de controle devem ficar atentos às ameaças e oportunidades externas à organização bem como aos seus pontos fortes e fracos (vantagens/desvantagens estruturais que a organização possui).
- FASE 3 – PROCESSAMENTO: nessa fase são analisados e depurados os dados obtidos na FASE 2. É nessa etapa que são obtidos, a partir da técnica de *brainstorming*, os eventos futuros no horizonte temporal estabelecido na FASE 1. Essa fase é dividida em três partes:
 - a) **Compreensão:** identificação dos principais aspectos do problema e principais elementos que sejam germes de mudanças no futuro. Esses “germes” são os fatos portadores de futuro. É aquele fato já ocorrido e/ou que está ocorrendo no

momento e que pode causar algum impacto importante no futuro (evento importante). Um sinal ínfimo por suas dimensões presentes, mas imenso por suas conseqüências e potencialidades virtuais. Na realidade, os fatos portadores de futuro em sua maioria são ameaças, oportunidades, os pontos fortes e os pontos fracos identificados pelos analistas. Um evento futuro pode até ser “criado”, mas há que se buscar um fato portador que o fundamente, que o torne plausível e consistente, caso contrário não pode ser considerado.

- b) **Concepção:** devem ser consolidados os principais fatos portadores de futuro relativos ao assunto em análise e distribuídos a todos os participantes do grupo de controle para análise preliminar. A lista dos eventos que podem surgir no futuro, no horizonte estabelecido pelo decisor estratégico, é levantada em reuniões, utilizando-se a técnica de *brainstorming*. Procura-se por eventos que tenham real possibilidade de ocorrer durante todo o período de tempo considerado e que tenham alguma importância para a organização. Os eventos, que também são chamados de questões estratégicas, são ocorrência futura interna ou externa à organização, que tendem a exercer impacto significativo sobre a capacidade desta em atingir seus objetivos. Durante a depuração dos eventos, é importante que estes estejam amparados no mínimo em um fato portador de futuro.
- c) **Avaliação:** essa subfase contempla diversas consultas a peritos, tanto para buscar a convergência de opiniões (método Delphi) quanto para preencher a matriz de impactos cruzados. O método Delphi é aplicado para obter-se a probabilidade de ocorrência dos eventos identificados no horizonte temporal estabelecido, como também a pertinência desses eventos, isto é, a importância para o estudo a ser realizado. Será realizada a auto-avaliação dos especialistas (peritos) quanto a seu conhecimento sobre cada evento isolado. Em resumo, após a elaboração da lista de fatos portadores de futuro e os eventos correspondentes, classificam-se estes de acordo com critérios de pertinência e de probabilidade.

2.1.4 Ciclo de vida do produto

Segundo Burgelman, Christensen e Wheelwright (2004), mudanças tecnológicas são uma das mais importantes forças que afetam a posição competitiva de uma empresa. Eles enfatizam que as análises da curva S (FIG. 5) representam o ponto central das análises para estabelecimento da estratégia. A análise da curva S permite avaliar os esforços de engenharia necessários para melhoria do produto ou serviço, na medida em que a tecnologia da sustentação ao produto torna-se madura ao longo do tempo.

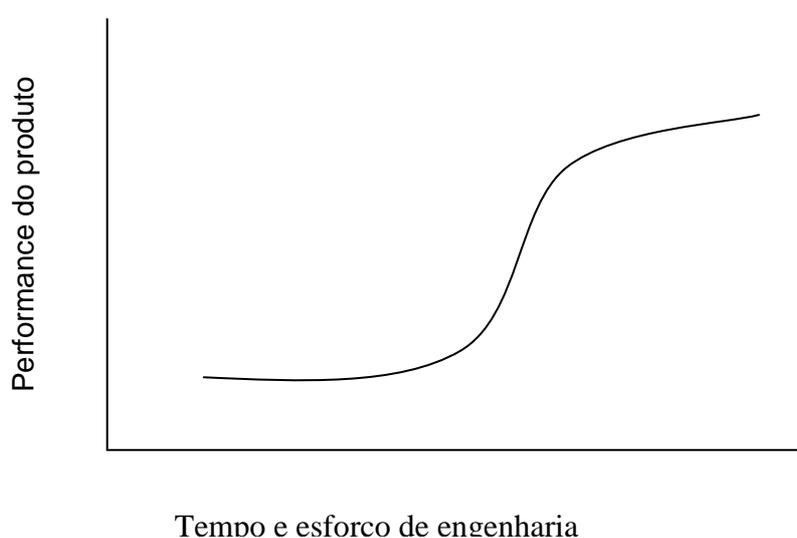


FIGURA 5 – Curva S - representa o ciclo de vida do produto.

FONTE: Burgelman, Christensen e Wheelwright (2004).

A teoria da curva S, que representa o ciclo de vida do produto, mostra que no estágio inicial do desenvolvimento do produto a taxa de progresso é lenta e é necessário muito esforço para se obter algum resultado. Na medida em que a tecnologia é dominada, entra-se em uma outra fase, na qual, com pequeno esforço de engenharia, consegue-se significativa melhora na performance do produto. Quando a tecnologia se torna madura, atinge-se assimetricamente o limite dessa tecnologia no tempo. Nessa fase há necessidade de grandes esforços de engenharia e tempo de desenvolvimento para pequenas melhorias da performance do produto. Esse limite de tecnologia sinaliza para a possível descontinuidade do desenvolvimento do produto, que abre oportunidades para saltos a partir de uma tecnologia inovadora (BURGELMAN; CHRISTENSEN; WHEELWRIGHT, 2004).

Burgelman, Christensen e Wheelwright (2004) e Barros (2000) acrescentam que muitas empresas perdem liderança em seus mercados por não conseguirem prever ou gerenciar essa descontinuidade. Isso ocorre devido à dificuldade de responderem a essas mudanças. Segundo Barros (2000), a descontinuidade surge de tecnologias de bases diferentes, emergentes de outras ciências que podem possibilitar a criação de um produto substituto ao existente.

O dilema que enfrenta o gestor de continuidade é que sempre parece mais econômico proteger o negócio antigo do que alimentar o novo, com base em outra tecnologia, pelo menos até que o concorrente adote a nova abordagem, assumindo a dianteira do negócio (BARROS, 2000, p.13).

Portanto, é necessário, quando na formulação estratégia da empresa, avaliar as mudanças dos padrões tecnológicos ao longo do tempo, além das análises tradicionais da competitividade, que tem Porter como um de seus ícones.

2.2 Estratégia tecnológica

Porter (1990) preleciona que “a estratégia de tecnológica é o método de uma empresa para o desenvolvimento da tecnologia. Embora ela abranja o papel de organizações formais de P&D, também deve ser mais ampla devido ao impacto penetrante da tecnologia sobre a cadeia de valores” (PORTER, 1990, p.164). Torna-se importante que a empresa identifique todas as tecnologias distintas da cadeia de valores e também o entendimento das tecnologias da cadeia de valores dos concorrentes, compradores e fornecedores, quando da elaboração da estratégia tecnológica. O autor destaca também a necessidade da identificação das tecnologias relevantes em outras indústrias ou em desenvolvimento científico, que podem ser fonte de descontinuidade e ruptura competitiva. Além disso, demonstra que é preciso avaliar as capacidades relativas em tecnologias importantes da empresa e o custo de aperfeiçoamentos tecnológicos. Finalmente, sugere que seja selecionada uma estratégia de tecnologia envolvendo todas as tecnologias importantes, que reforce a estratégia competitiva geral da empresa e das unidades empresariais em nível da corporação.

“A tecnologia, contudo, penetra na cadeia de valores de uma empresa e extrapola as tecnologias associadas diretamente ao produto” (PORTER, 1990 p.153). O autor evidencia

que a transformação tecnológica é importante se afetar a vantagem competitiva e a estrutura industrial. Portanto, para ele, alta tecnologia simplesmente não garante competitividade, sendo que, em alguns casos, pode, até mesmo contribuir para piorar a posição competitiva da empresa.

Cada atividade da cadeia de valor utiliza alguma tecnologia para combinar insumos e recursos humanos para produzir algum tipo de produto. Ela está contida nas atividades primárias e de apoio, conforme se constata na FIG. 6.

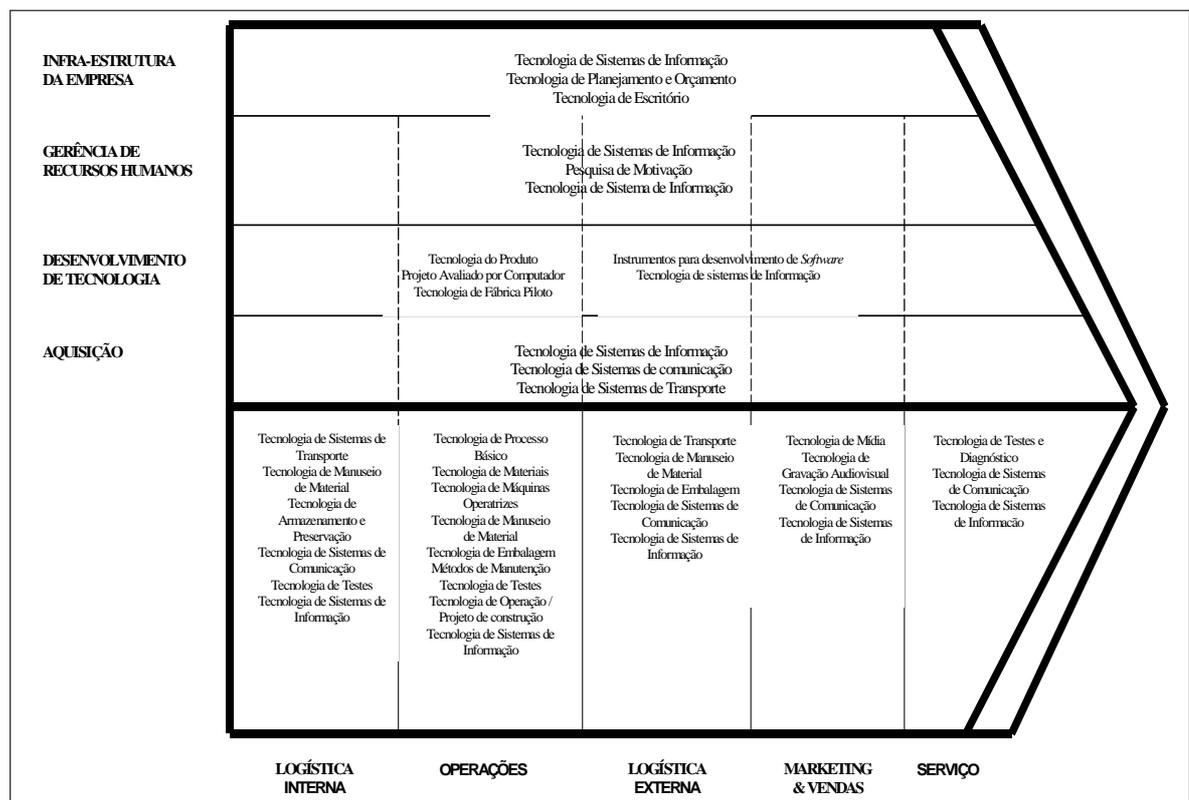


FIGURA 6: Tecnologias associadas à cadeia de valor.

FONTE: Porter (1990).

Para Porter (1990), quando a empresa se defronta com grandes incertezas em relação ao futuro, há necessidade de utilização de cenários para elaboração da estratégia competitiva. Segundo ele, toda empresa lida com incertezas, porém, muitas vezes não aborda esse problema de forma adequada, pois as estratégias são baseadas na suposição de que o futuro vai se repetir. O “cenário é uma visão internamente constante daquilo que o futuro poderá vir a ser” (PORTER, 1990, p.412). Portanto, os cenários são dispositivos poderosos para se levar em conta as incertezas quando são feitas escolhas estratégicas. E

conclui que cenários não são um fim em si mesmos, pois muitas empresas têm dificuldade de traduzi-los em estratégias.

As empresas não têm certeza do que vai ocorrer de fato, portanto, faz-se necessário escolher estratégias viáveis, independentemente do cenário que ocorra (PORTER, 1990). Dessa forma, o autor sugere cinco maneiras de abordar essa questão: apostar no cenário mais provável; apostar no melhor cenário; apostar no cenário de maior probabilidade de ocorrência; escolher o cenário mais flexível até a confirmação das tendências; e influenciar cenários nos quais a empresa dispõe de mais vantagem competitiva. Os cenários permitem a visão mais ampla do futuro e, com isso, a empresa pode reduzir a incerteza e os riscos, por meio de sua escolha estratégica.

Burgelman, Christensen e Wheelwright (2004) comentam que quase todos os executivos sabem que a tecnologia é um dos pilares para o sucesso das organizações, porém, mesmo tendo essa certeza, poucas vezes ela é incluída no planejamento estratégico das empresas. Muitos executivos têm pouca experiência com tecnologia e acham a pesquisa e o desenvolvimento uma “caixa preta” que recebe muitos recursos e dinheiro, mas sem que haja conhecimento do resultado. Eles não sabem como esses recursos são direcionados e gerenciados, nem mesmo os atrasos característicos, taxa de sucesso e controle das variáveis envolvidas. Tratam os investimentos em pesquisa e desenvolvimento da mesma maneira que os investimentos em marketing, vendas e fabricação de produtos. Dessa forma, a contribuição da tecnologia tende a ser negligenciada no negócio e somente referenciada no planejamento estratégico de forma implícita, exceto para o caso do empenho em colocar novas linhas de produção, novas *joint ventures*, licenciamento e aquisições.

É preciso estabelecer como um dos objetivos gerenciais o desenvolvimento da organização para inovação (BURGELMAN; CHRISTENSEN; WHEELWRIGHT, 2004). E para obter-se vantagem competitiva é importante vincular e integrar a estratégia tecnológica à estratégia empresarial.

Conforme esses autores, o entendimento dos conceitos referentes ao gerenciamento de tecnologia e da inovação tecnológica é novo, está em desenvolvimento e se sobrepõe a conceitos existentes na área de gerenciamento, estando a origem do processo de inovação relacionada com invenção ou descoberta. Descoberta, segundo ele, está relacionada com as coisas que já existem, mas ainda não são conhecidas; e invenção está ligada ao que ainda não existe. Tecnologia refere-se a conhecimento teórico e prático, habilidades e artefatos que podem ser utilizados para desenvolver produtos e serviços.

Algumas inovações tecnológicas estão relacionadas com produtos ou processos e o critério para avaliar o sucesso da inovação corresponde mais ao retorno comercial do que técnico. O empreendedorismo tecnológico é o principal direcionador do processo de inovação tecnológica e envolve a combinação de questões comerciais e técnicas de forma a gerar lucros (BURGELMAN; CHRISTENSEN; WHEELWRIGHT, 2004).

Burgelman, Christensen e Wheelwright (2004) também enfatizam que o ciclo de vida dos produtos é uma das mais importantes forças que afetam a competitividade das organizações, em face das dificuldades das empresas para responder às discontinuidades tecnológicas. A mudança para uma nova tecnologia muitas vezes requer transformações profundas nas empresas, que muitas vezes são de difícil implementação, pois podem afetar ou excluir processos produtivos inteiros. Dessa forma, a integração entre tecnologia e estratégia deve ser um processo dinâmico para responder às mudanças geradas pelo ciclo de vida dos produtos. Um importante elemento para integração da tecnologia, a estratégia empresarial é a capacidade da organização de realizar sistematicamente prospecção tecnológica.

Para ocorrer inovação, são necessárias tecnologias e alguma outra capacidade crítica em áreas tais como: produção; marketing; distribuição e recursos humanos. Cinco importantes categorias de variáveis influenciam a estratégia de inovação da organização (FIG. 7), de acordo com Burgelman, Christensen e Wheelwright (2004). As três primeiras (disponibilidade e alocação de recursos para inovação; capacidade de avaliação da concorrência e evolução da indústria; capacidade de identificação das tecnologias importantes para inovação) estão relacionadas com a formulação da estratégia da unidade de negócio e as outras duas (contexto cultural e estrutural para gestão de tecnologia; e capacidade dos gerentes para definir a estratégia da organização) são importantes para a implantação dessa estratégia.



FIGURA 7: Avaliação da capacidade de inovação da organização.

FONTE: Burgelman, Christensen e Wheelwright (2004).

No gerenciamento do processo de inovação, esses autores acreditam que os gestores devem optar pela difícil decisão de qual projeto vai receber mais atenção e recursos. Para isso, é necessária a avaliação dos potenciais e das barreiras para a inovação da organização, de forma a se fazer a escolha estratégica adequada (QUADRO 3).

QUADRO 3
Capacidade de inovação da organização

Capacidade para Inovação	Nível da Organização – Inventário
Alocação e disponibilidade de recursos	Verbas da corporação para P&D em: termos absolutos; porcentagem de vendas; comparação com principais competidores; comparação com o <i>leader</i> . Capacitação e diversificação do pessoal de P&D, engenharia e marketing. Competências distintivas em áreas de tecnologias relevantes. Alocação de recursos da corporação para pesquisa exploratória; P&D de suporte ao negócio, P&D de definição e desenvolvimento de novos negócios.
Capacidade de avaliação da concorrência e evolução da indústria	Sistema de inteligência competitiva e análise de dados. Capacidade de identificar, analisar e prever competidores inovadores em diversas áreas. Capacidade de desenvolver cenários relativos à evolução de interdependência entre diversas indústrias. Capacidade de identificar forças externas que facilitam e dificultam as estratégias inovadoras da organização.
Capacidade de entendimento das tecnologias importantes para inovação	Capacidade de fazer prospecção tecnológica em diversas áreas. Capacidade de fazer prospecção, impactos cruzados entre áreas. Capacidade de identificar oportunidades tecnológicas em diversas áreas. Capacidade de acessar tecnologias em diversas áreas.
Contexto cultural e estrutural para gestão da tecnologia	Mecanismo de trocar tecnologia entre as unidades de negócio. Mecanismos para definir novas oportunidades através das unidades de negócios. Configuração da organização interna e externa para gerenciamento novos negócios. Mecanismo para financiar alternativas não previstas. Mecanismo para desenvolvimento de empreendedores. Movimento de pessoas entre negócio tradicional e novos negócios. Valores dominantes e definição de sucesso.
Capacidade dos gerentes formularem a estratégia da organização	Capacidade da gerência principal em definir a estratégia sustentável de longo prazo. Capacidade da gerência principal em acessar importantes iniciativas estratégicas. Capacidade da gerência principal em acessar iniciativas relativas a outros negócios relacionados às competências da organização <i>core capabilities</i> . Capacidade do gerente médio em trabalhar com o gerente principal para manter ou obter suporte para novas iniciativas. Capacidade do gerente de nível médio em definir a estratégia empresarial com vista a novos projetos. Capacidade do gerente de nível médio em ajudar novos gerentes criativos. Capacidade dos gerentes novos de construir novas capacidades organizacionais. Capacidade dos gerentes novos em desenvolver estratégias empresariais para iniciativas novas. Capacidade de produtos <i>lidere</i> identificar e definir novas oportunidades diferentes das atividades principais da organização.

FONTE: Burgelman, Christensen e Wheelwright (2004).

Sugere-se a auditoria dos indicadores do QUADRO 3 para avaliação do potencial de inovação da organização, o que viabilizará avaliar o potencial existente para inovação e construção de um plano para o futuro (BURGELMAN; CHRISTENSEN; WHEELWRIGHT, 2004).

As principais questões que devem ser respondidas são: como a empresa tem inovado os produtos e serviços ofertados? Como é a adequação entre os negócios da empresa, estratégia corporativa e competência para inovação? E o que a empresa precisa em termos de competência para inovação para dar suporte no longo prazo aos seus negócios e à estratégia competitiva?

2.2.1 Definição de temas tecnológicos estratégicos

Na definição de temas tecnológicos para P&D e inovação, deve ser realizada análise da cadeia de valor dos processos produtivos, análise dos fatores de competitividade mercadológica e da concorrência, análise das competências essenciais, prospecção tecnológica, análise do ciclo de vida do produto, tudo isso visando à formulação da estratégia tecnológica, conforme Porte (1990), Tidd, Bessant e Pavitt (2005), Burgelman, Christensen e Wheelwright (2004), Fleury e Fleury (2006), Prahalad e Hamel (1995), Vasconcellos(1999). Como exemplo pratico de gestão tecnológica, utilizando alguns dos procedimentos para definição de temas tecnológicos, citados acima, foi apresentado no estudo de caso da Cemig (item 4.4), as estruturas e metodologias implantadas na empresa, conforme descritos por Diniz et al. (1999) e Carvalho et al. (1999).

Ressalta-se a importância de uma estratégia tecnológica conter, além dos temas tecnológicos, as diretrizes para aquisição e desenvolvimento interno de tecnologias, quais competências devem ser desenvolvidas ou incorporadas, bem como o montante de recursos disponíveis para P&D e para as aquisições e licenciamento de tecnologias.

É necessário também tratar a estratégia como um processo de formulação e desenvolvimento do pensamento estratégico de forma sistemática nas organizações (MINTSBERG *et al.*, 2000). Nas ponderações de Burgelman, Christensen e Wheelwright (2004), fica evidente a importância da estratégia tecnológica estar integrada à estratégia da organização. É necessário um sistema de gestão de tecnologia e inovação integrado e alinhado para permitir a formulação da estratégia compatível com as competências organizacionais. As mudanças tecnológicas são uma das mais importantes forças que afetam a competitividade das organizações; e a integração de tecnologias e estratégia deve ser um processo dinâmico, que requer o conhecimento da dinâmica do ciclo de vida das tecnologias utilizadas. Dessa forma, evidencia-se a realização de prospecção tecnológica como importante elemento de integração de tecnologia com a estratégia (BURGELMAN; CHRISTENSEN; WHEELWRIGHT, 2004).

A competitividade é outro pilar essencial na definição dos temas tecnológicos. Na fundamentação teórica, ficam evidentes as contribuições das escolas de *design* e de posicionamento para avaliação da competitividade das organizações, representada pelo modelo SWOT e o de vantagem competitiva de Porter, principalmente quando se faz análise de mercado e da concorrência, numa perspectiva de “fora para dentro”. Apresenta-se, porém, como importante contribuição a escola de recursos, abordagem de “dentro para fora”, conforme sugerem Fleury e Fleury (2006). A escola de recursos trata a empresa como um portfólio de competências organizacionais, tais como: infra-estrutura; financeira; recursos intangíveis; sistema administrativo; cultura organizacional e recursos humanos. Dessa forma, a competitividade é formada pelas competências organizacionais e pela estratégia competitiva.

Dando sustentação à perspectiva de dentro para fora, entra em relevo a contribuição de Prahalad e Hamel (1995), que elaboraram o conceito de competências essenciais como capacidade da organização de combinar recursos para produzir produtos e serviços. Em seus estudos e recomendações sobre gestão estratégica de tecnologia, Betz (1993) observou a importância da identificação das competências essenciais quando da elaboração do planejamento estratégico da corporação.

Zakiewicz, Ferreira e Bonacelli (2002) abordam a importância de procedimentos participativos nos processos de seleção e priorização de tecnologias, de forma a construir visões compartilhadas sobre o futuro para estabelecimento de estratégias.

Para a organização inovar em produto e serviços, é necessário escolher a tecnologia a ser utilizada ou projetos de pesquisa e desenvolvimento a serem elaborados. Para isso, serão necessárias estratégias de curto, médio e longo prazo. A empresa deve desenvolver visão de futuro prospectiva para sua cadeia de valor e também, de forma mais ampla, para a cadeia de valor dos fornecedores e clientes, conforme Burgelman, Christensen e Wheelwright (2004), Porter (1990) e Leite (2005) verificaram que a capacidade e a competência na prospecção, tanto do mercado como das tendências tecnológicas, tornam-se fatores críticos de sucesso.

O sucesso da inovação, como apontado por Tidd, Bessant e Pavitt (2005), está relacionado com a capacidade da organização de adquirir e acumular continuamente recursos técnicos e capacidade de gestão. Existe grande oportunidade para aprendizagem no trabalho com outras empresas e em ouvir os clientes, porém, acima de tudo, isso depende da capacidade da organização de perceber a inovação como um processo contínuo de crescimento, e não simplesmente um processo de “loteria”.

Para Tidd, Bessant e Pavitt (2005), a definição de realizar inovação está relacionada com a capacidade da organização de perceber os pequenos sinais de mudanças do ambiente. Isso se concretiza nas novas oportunidades tecnológicas ou transformações requeridas pelo mercado, que podem ser resultado de mudanças na legislação ou ação de competidores. A maioria das inovações resulta da interpretação das várias forças competitivas que geram ameaças e oportunidades por meio de novos produtos ou novas oportunidades de mercado (TIDD; BESSANT; PAVITT, 2005).

Os mesmos autores comentam que, para o sucesso da inovação, são necessários mecanismos bem desenvolvidos para identificação, processamento e seleção de informações em ambientes turbulentos e com grande número de sinais. Organizações não devem fazer pesquisas em todas as áreas, mas em áreas com expectativas de inovação.

A inovação envolve riscos e as empresas não podem assumir riscos ilimitados, portanto, é essencial que a definição de onde inovar seja elaborada depois de avaliações das oportunidades mercadológicas e tecnológicas para os vários mercados. Além disso, o processo de inovação deve estar sintonizado com a estratégia de negócio da organização, estabelecendo-se depois das avaliações das competências mercadológicas e tecnológicas (TIDD; BESSANT; PAVITT, 2005). Assim, essa definição é alimentada por três avaliações: possibilidade tecnológica e mercadológica para o negócio; competências tecnológicas relacionadas com as competências essenciais, efetivamente de como a organização processa os produtos e serviços; estratégia do negócio (se a organização é voltada para produtos inovadores, para produtos sob medida - diferenciação - ou para *commodity*). Se a organização fornece o mesmo produto com baixo preço, possivelmente a estratégia de produtos inovadores não vai estar alinhada com a estratégia do negócio. Para os autores, o alinhamento da estratégia do negócio e estratégia de inovação é crítico.

Tidd, Bessant e Pavitt reconhecem que o conhecimento não necessita efetivamente estar dentro da organização, pois é possível ter acesso à competência em outros lugares, todavia, é necessário o desenvolvimento de relacionamentos para acesso a conhecimentos complementares, equipamentos, recursos, etc. A vantagem estratégica é obtida quando se consegue mobilizar as competências internas e externas.

Para a empresa fazer as mudanças estratégicas que permitam adaptações a eventos inesperados, é necessário um processo de aprendizado que envolva a participação da gerência de nível mais baixo e de todos os colaboradores (MINTZBERG *et al.*, 2000). Na mesma perspectiva, Marriot (2006) aborda estratégia de forma contínua. Para tanto, expõe a necessidade das empresas trabalharem numa abordagem de “baixo para cima” e de “cima

para baixo”, de forma a estabelecer as estratégias. Essa idéia é a síntese da tendência das várias escolas de planejamento estratégico de natureza descritiva.

Drucker (2004) revela que, no mundo dos negócios, a inovação raramente brota de um surto de inspiração, mas surge da fria análise de diferentes tipos de oportunidades: ocorrências inesperadas; incongruências; necessidades internas; mudanças setoriais e de mercado; tendências sociais ou demográficas; mudança de percepção e novos conhecimentos.

2.3 Dimensões para definição de temas tecnológicos estratégicos

Visando à sistematização das informações para definição de temas tecnológicos, são propostos os procedimentos listados no QUADRO 4. Com isso, torna-se possível avaliar o negócio como um todo e transformar idéias em negócios e, dessa forma, compor a estratégia tecnológica.

QUADRO 4

Procedimentos para definição de temas tecnológicos estratégicos

Procedimento	Autor	Determina
Análise da estratégia global da empresa	Tidd, Bessant e Pavitt; Burgelman, Christensen e Wheelwright; Fleury e Fleury; Prahalad e Hamel	Por que, onde, como e quanto investir em tecnologia.
Identificação das competências essenciais	Prahalad e Hamel; Fleury e Fleury	As possibilidades estratégicas passíveis de serem operacionalizadas e sustentadas pelos recursos internos da organização, bem como as competências organizacionais que diferenciam a empresa aos olhos dos clientes e devem ser reforçadas por meio de P&D&I.
Análise da cadeia de valor	Porter	Onde no processo é possível obter maior agregação de valor com o uso de tecnologia.
Prospecção tecnológica	Marcial e Grumbach; Zackiewicz e Salles-Filho	Cenários e visão de como as tecnologias e o mercado devem evoluir – originam projetos de longo prazo.
Análise do ciclo de vida do produto	Burgelman, Christensen e Wheelwright ; Barros	Aponta discontinuidades tecnológicas dos produtos (necessidade de inovação) – aponta projetos de médio e longo prazo.
Análise dos fatores de competitividade mercadológica concorrência	Mintzberg et al; Porter; Fleury e Fleury; Vasconcellos	Oportunidades e ameaças mercadológicas - projetos no curto e médio prazo.

FONTE: Elaboração própria com base nos autores indicados no quadro.

A estratégia tecnológica apresenta os temas tecnológicos estratégicos, definidos com base nos procedimentos do QUADRO 4 (resumidos a seguir), e explicita quais tecnologias devem ser adquiridas e quais devem ser incorporadas, quais projetos de P&D e parcerias devem ser implantados, quais competências devem ser desenvolvidas e o montante de recursos disponíveis para P&D e para aquisição de tecnologias.

- **Definição de temas tecnológicos**

Nesta dissertação, temas tecnológicos são as demandas estratégicas da organização utilizadas para subsidiar a geração ou captação de projetos tecnológicos, de P&D e inovação, visando ao aumento da competitividade e ao desenvolvimento de novos produtos e serviços.

Em uma empresa, geralmente as idéias para inovação, P&D e projetos tecnológicos são geradas dentro do ambiente interno e/ou externo e podem contribuir para a melhoria dos processos produtivos ou se transformarem em novos produtos ou serviços. Porém, como os recursos financeiros e humanos são limitados, há necessidade de priorizar alguns temas chaves, aqueles que causam impactos significativos na cadeia de valor, para otimizar a estratégia empresarial.

- **Sintonia com a estratégia global da empresa**

Na formulação da estratégia global da empresa, deve-se adotar como boa prática a utilização dos conceitos apresentados por Mintsberg *et al.* (2000) e Mariotto (2006) sobre pensamento estratégico e estratégia realizada de forma contínua, participativa e coletiva, observando-se as competências essenciais da organização.

Para se obter sintonia entre a estratégia global e tecnológica, é necessário que o plano de desenvolvimento tecnológico esteja coerente e integrado com a estratégia competitiva da empresa. Com esse enfoque, alguns autores, entre eles Burgelman, Christensen e Wheelwright (2004), Tidd, Bessant e Pavitt (2005) e Prahalad e Hamel (1995), ressaltam a importância de vincular e integrar a estratégia tecnológica e de inovação à estratégia empresarial, porém Vasconcellos (1999) defende que as técnicas para tornar essa integração uma realidade estão pouco desenvolvidas, mas alguns aspectos podem ser listados:

As atividades de P&D estão coerentes com as metas estratégicas da empresa em relação ao nível de liderança (primeiro no mercado) para as várias linhas de produtos?

As atividades de P&D estão coerentes com a estratégia da empresa para as várias linhas de produtos em relação a preço e diferenciação das características de produto?

As fontes de obtenção de tecnologia utilizadas estão coerentes com os prazos exigidos pela estratégia global da empresa? (VASCONCELLOS, 1999, p.23).

Burgelman, Christensen e Wheelwright (2004) e Tidd, Bessant e Pavitt (2005) acrescentam também a necessidade do desenvolvimento de um ambiente organizacional adequado para a estratégia de inovação. Eles evidenciam a importância de tratar a inovação como parte da estratégia empresarial, adequar as estruturas e processos internos de forma a torná-los mais flexível, definir recursos de investimento de P&D compatíveis com a estratégia adotada e incentivar internamente a cultura de assumir riscos. A estratégia deve ser comunicada de forma generalizada para que todos os empregados compreendam os objetivos estratégicos e o seu papel dentro da estratégia e, dessa forma, a empresa atinja seus objetivos.

Uma das questões relevantes nessa etapa do processo é a definição da estratégia de competição que a empresa vai utilizar para cada negócio, conforme apontado por Tidd, Bessant e Pavitt (2005). Nesse enfoque, Fleury e Fleury (2006) apresentam três categorias de escolhas e classificam as estratégias conforme o posicionamento competitivo adotado: excelência operacional; produtos inovadores; e orientação para o cliente. Segundo eles, a empresa deve priorizar uma das três categorias de forma a maximizar a sua capacidade para competir, porém sem abandonar as outras duas.

As organizações que escolhem competir em excelência operacional procuram otimizar a relação entre qualidade e preço do produto. Fleury e Fleury (2006) ressaltam que o sucesso dessa estratégia competitiva depende do processo operacional envolvendo atividade de logística, suprimento, produção e distribuição.

Na área de desenvolvimento, a empresa busca, prioritariamente, inovação incremental em produtos/serviços. Do ponto de vista da competitividade da empresa, mudanças em processos/produtos podem ter impacto tão grande ou maior que inovações em produtos/serviços (FLEURY; FLEURY, 2006, p.60).

Eles também enfatizam que as organizações que competem com a estratégia de produtos inovadores devem priorizar a função pesquisa e desenvolvimento de forma a criar produtos novos para o mercado. Nesse tipo de estratégia, as funções venda e marketing

devem ter capacidade de identificar mercados mais promissores à inovação e propor o lançamento de novos produtos.

Na estratégia de orientação para cliente, procura-se fornecer soluções sob medida para os negócios dos clientes, de forma a maximizar o resultado operacional. Nessa estratégia competitiva, a função vendas é a maior responsável por direcionar o P&D, visando a prover soluções específicas para atender à necessidade dos clientes.

Uma ressalva importante é que, apesar de estarmos sempre utilizando o termo empresa, a escolha da estratégia está relacionada ao negócio, ou seja, distintos negócios de uma mesma corporação podem adotar diferentes estratégias (FLEURY; FLEURY, 2006, p.68).

- **Identificação das competências essenciais**

A identificação das competências essenciais é uma das maneiras de tratar a competitividade, valorizando os recursos internos da organização. Fleury e Fleury (2006) defendem a importância de se obterem vantagens competitivas olhando para os recursos internos da organização. Essa abordagem, denominada *resources based view of the firm*, considera que toda empresa possui recursos físicos, financeiros, culturais, administrativos, logísticos e humanos. Para seus defensores, a definição das estratégias competitivas deve partir da perfeita compreensão das possibilidades estratégicas passíveis de serem operacionalizadas e sustentadas pelos recursos internos da organização. Essa abordagem caracteriza-se como sendo de “dentro para fora”.

O conceito de competência organizacional tem suas raízes na abordagem da organização como um portfólio de recursos: físicos (infra-estrutura), financeiros, intangíveis (marcas, imagens etc.), organizacionais (sistema administrativo, cultura organizacional) e recursos humanos (FLEURY; FLEURY, 2006, p.18).

Uma das vertentes das competências essenciais refere-se a conhecimento, habilidades e atitudes dos empregados, conforme Fleury e Fleury (2006), portanto, torna-se importante a forma como as empresas tratam esse assunto. Prahalad e Hamel (1995) reforçam que as estratégias empresariais devem concentrar-se em manter e desenvolver as competências essenciais e utilizar a tecnologia para alcançar vantagem competitiva em sua cadeia de valor. Para esses autores, as competências essenciais são fundamentais para gerar novas oportunidades de negócio. Portanto, deve-se inicialmente mapear esses especialistas e suas competências internamente na organização e assegurar sua participação no processo

de inovação, a partir da identificação das suas necessidades profissionais, bem como incentivar a realização de parcerias externas de formar a envolver e motivar os empregados nos desafios estratégicos.

- **Análise da cadeia de valor**

Deve-se buscar, com esse procedimento, identificar nas atividades de valor onde a tecnologia e a inovação podem causar maior impacto ao processo produtivo. A vantagem competitiva é conseguida se a empresa consegue executar as atividades relevantes com menor custo ou de uma maneira melhor que os concorrentes.

Segundo Porter (1990), valor é o montante que os compradores estão dispostos a pagar por aquilo que uma empresa lhes oferece. As atividades de valor são aquelas tecnologicamente distintas desempenhadas por uma empresa, para a criação de um produto ou serviço para o mercado. Dessa forma, uma abordagem para buscar maior valor agregado aos produtos consiste nas análises dos processos produtivos, identificando as atividades de maior capacidade de agregação de valor. Esse procedimento possibilita melhor entendimento do processo de agregação de custos para o produto. Essas análises permitem que a empresa conheça os componentes e as atividades de formação de valor do produto ou serviço da empresa e de como o valor é agregado ao longo do processo, bem como as relações com outros agentes, tais como fornecedores, compras, vendas e como isso tudo é percebido pelo cliente. Dessa forma, consegue-se identificar quais as tecnologias que podem alterar o custo ao longo da cadeia de valor.

Porter (1990) acrescenta que as atividades de valor exercem maior influência nos resultados operacionais e, conseqüentemente, maior possibilidade de geração de lucro para os acionistas. Dessa forma, as ações devem ser concentradas nas atividades que levam à formação de valor, rastreando e acompanhando como essas atividades são executadas. Exemplos são: satisfação do cliente; melhoria de custo; novos investimentos; e tecnologias aplicadas aos processos.

- **Prospecção tecnológica**

A prospecção tecnológica consiste na utilização de ferramentas e técnicas para ajudar na identificação da evolução da ciência e da tecnologia, de forma que as empresas possam avaliar as oportunidades, incertezas e riscos dos projetos. Segundo Marcial e

Grumbach (2004), com esse ferramental as organizações podem formular melhor o planejamento de longo prazo, identificando as incertezas e adotando ações estratégicas no presente de forma a favorecer ou não as possibilidades futuras. O procedimento consiste em preparar a organização para enfrentar os desafios e minimizar os seus impactos nos negócios. Assim, as organizações podem fazer uso da tecnologia de forma a melhor responder às demandas do ambiente interno e externo e garantir decisões com mais eficácia e menos risco.

Deve-se, portanto, identificar as tecnologias futuras que podem causar maior impacto nas atividades produtivas (insumos, matéria-prima, mão-de-obra, logística, vendas, produção) da cadeia de valor para a geração de produtos e serviços mais competitivos. As técnicas de prospecção, em última análise, permitem estabelecer cenários em função das informações obtidas sobre as possibilidades de alteração do ambiente e dos rumos que os mercados vão seguir.

Com o objetivo de elaborar estratégias para a construção do futuro na área de ciência e tecnologia, pode-se fazer uso de ferramentas e técnicas conforme apresentadas por Marcial e Grumbach (2004), tais como: *brainstorming*, *Delphi*, construção de cenários, matriz de impactos cruzados e multicritérios para decisão. Das técnicas citadas, a mais utilizada é a *Delphi*, que consiste de pesquisa com base na aplicação de questionário para tentar obter convergência de opiniões sobre determinado tema, por intermédio de sucessivas consultas a especialistas. Estes, ainda, podem refazer as suas opiniões frente aos resultados consolidados de cada rodada de pesquisa, de forma a se obter a convergência de opiniões ao final do exercício.

- **Análise do ciclo de vida do produto**

Esse procedimento consiste na análise do ciclo de vida do produto. Isso pode ser realizado acompanhando-se o envelhecimento das tecnologias aplicadas na criação e manutenção do produto, por meio de consulta a bancos de patentes, congressos, publicações especializadas, de forma a se construir a curva S, representativa do ciclo de vida do produto. A análise de ciclo de vida do produto é uma análise complementar, aquelas competitivas tradicionais que avaliam questões de preço, custo, diferencial de produto, necessária para identificação de tecnologias que podem sofrer descontinuidade ao longo do tempo, conforme ressaltado por Barros (2000).

Segundo Burgelman, Christensen e Wheelwright (2004), a descontinuidade tecnológica ocorre quando surge uma tecnologia substituta, diferente daquela que foi suporte inicial na criação do produto. Para esses autores, a curva S permite a identificação do limite do desenvolvimento de um produto em relação à ciência e à tecnologia que o suporta. As empresas que conseguem prever e se adaptar às descontinuidades tecnológicas têm mais condição de saltar para tecnologias inovadoras e assim ser mais competitivas.

- **Análise dos fatores de competitividade**

Segundo Porter (1990), a ação estratégica de uma empresa consiste em definir uma oferta de produto ou serviço a custo menor para o cliente ou que gere valor diferenciado e, assim, obter melhor posicionamento competitivo no mercado. Porter também acrescenta que as estratégias genéricas para uma empresa obter vantagem competitiva são: liderança em custo; diferenciação e/ou foco em determinado mercado. Dessa forma, estratégia de custo significa fornecer produto de menor custo ou com custos menores que os concorrentes, enquanto estratégia de diferenciação significa fornecer um produto ou serviço com capacidade de agregar mais valor aos processos do cliente. Na estratégia de foco procura-se escolher um nicho de mercado e opta-se por uma das duas variantes anteriores, custo ou diferenciação. Ainda para Porter (1990), a estratégia competitiva é sustentada pelo grau de conhecimento em relação ao mercado e, para isso, torna-se necessário analisar as cinco forças competitivas apresentadas no seu modelo: a entrada de novos concorrentes; a ameaça de produtos substitutos; o poder de negociação dos compradores; o poder de negociação dos fornecedores; e a rivalidade entre concorrentes existentes.

Fatores de competitividade mercadológica são aqueles que levam o comprador a preferir o produto de uma empresa em relação aos produtos do concorrente e estão relacionados com tecnologia (VASCONCELLOS, 1999, p. 31).

Esses fatores de competitividade são identificados em função do valor percebido pelo mercado e devem ser comparados com a concorrência. Em uma empresa de energia elétrica, podem-se citar: tarifas baixas; baixo número de horas de duração de interrupções; baixo número de interrupções e rapidez no atendimento.

O modelo de Porter (1990) é básico para a definição da estratégia competitiva, porém não é suficiente, porque aborda somente o mercado externo em detrimento de uma

visão das forças internas da organização. Por isso, torna-se necessário utilizar outros modelos que supram essa deficiência, como: conceito da visão baseada em recurso; modelo SWAT e os de competências essenciais de Hamel e Prahalad.

- **Formulação da estratégia tecnológica**

A estratégia tecnológica apresenta as ações tecnológicas que devem ser implementadas para a empresa ser mais competitiva. Utiliza-se dos temas tecnológicos identificados conforme procedimentos listados anteriormente, principalmente para a geração de projetos de P&D e inovação.

A elaboração de uma estratégia tecnológica inicia-se pela análise da situação da empresa. Internamente, identificam-se seu perfil, suas unidades de negócios, as vantagens comparativas que a empresa detém, seus pontos fortes e suas limitações. Em seguida, são identificadas mudanças no ambiente externo, nas dimensões políticas, econômica e tecnológica (VASCONCELLOS, 1999, p.12).

Segundo Vasconcellos (1992) a gestão de tecnologia é uma metodologia de formulação de estratégias tecnológicas alinhadas com as diretrizes empresariais, para aumento de competitividade, redução de custos e otimização de resultados, de forma que a função tecnologia esteja em inteira sintonia com a estratégia de negócios da empresa, com os resultados esperados e com as disponibilidades existentes.

Para Diniz et al. (1999) com essa metodologia consegue-se maior integração entre as equipes e otimizam-se os recursos disponíveis para a melhoria de produtos e processos. Assim a empresa assegura a utilização das tecnologias mais adequadas aos seus processos e respostas ágeis às alterações de cenários, preparando-se para as mudanças em um mercado dinâmico e competitivo.

Uma estratégia tecnológica apresenta também, conforme apresentado por Coutinho e Bontempo (2002), a postura da empresa em relação à modernização dos processos produtivos (pioneira ou seguidora), nível de automação e informatização, quais tecnologias devem ser adquiridas e quais devem ser incorporadas, quais projetos de P&D e parcerias devem ser implantados, quais competências devem ser desenvolvidas e quais recursos estarão disponíveis para P&D e para aquisição de tecnologias.

3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada nesta pesquisa foi o estudo de caso único, utilizando fontes múltiplas de informações, procurando-se entender como a Cemig define temas tecnológicos para pesquisa e desenvolvimento, de modo à proposição de um modelo adequado para as concessionárias de energia elétrica à luz do referencial teórico.

Esta metodologia foi escolhida principalmente pela oportunidade de analisar de forma profunda um fenômeno contemporâneo inserido em um contexto da vida real. Segundo Yin (2005), as justificativas para um estudo de caso único são: teste decisivo de uma teoria significativa; caso raro e extremo; caso representativo ou típico; caso revelador; e estudar o mesmo caso único em pontos diferentes do tempo. Nesta última, pretende-se entender como as condições mudam com o tempo. Yin (2005) define o estudo de caso como a estratégia de pesquisa mais adequada para resolver questionamentos do tipo “como” ou “por que”, com foco em fenômenos contemporâneos:

[...] o estudo de caso permite uma investigação para se preservarem características holísticas e significativas dos acontecimentos da vida real – tais como ciclo de vida individual, processos organizacionais e administrativos, mudanças ocorridas em regiões urbanas, relações internacionais e a maturação de setores econômicos (YIN, 2005, p.20).

Yin (2005) descreve que o estudo de caso conta com muitas das técnicas utilizadas para a pesquisa histórica e acrescenta a observação direta dos acontecimentos que estão sendo estudados e entrevistas das pessoas nele envolvidas. No estudo de caso, utiliza-se ampla variedade de evidências, tais como: documentos, artefatos, registro em arquivo, entrevistas, observação direta e observação participante.

A presente pesquisa recorreu, entre outras fontes de evidências, à observação participante. Yin (2005) explica que, na situação de observação participante, o pesquisador não é um observador passivo, podendo trabalhar, por exemplo, como membro da equipe em uma organização objeto do estudo de caso. Segundo ele em alguns casos, somente se consegue coletar evidências com observação participante. “Outra oportunidade muito interessante é a capacidade de se perceber a realidade do ponto de vista de alguém de dentro do estudo de caso e não de um ponto de vista externo” (YIN, 2005, p.122). Outra vantagem é a capacidade de manipulação de eventos e informações de pouca relevância. Como desvantagem, o autor detecta a possibilidade de o pesquisador defender funções

contrárias aos interesses das boas práticas científicas e se tornar um apoiador do grupo ou organização em análise.

O observador participante pode também não fazer as perguntas sobre eventos de perspectivas diferentes, como poderia fazer um observador externo. Yin (2005) conclui que o equilíbrio entre as oportunidades criadas e as desvantagens precisa ser seriamente considerado quando se parte para esse tipo de estratégia de observação.

O recurso à observação participante nesta pesquisa se justifica por ter facilitado a obtenção dos dados e a recuperação da memória organizacional por alguém que participou do processo de gestão tecnológica desde o início de sua formulação.

3.1 Tipo de pesquisa

Como o assunto é pouco conhecido, optou-se por fazer uma pesquisa do tipo exploratória sobre o processo de definição de temas tecnológicos para pesquisa, com o objetivo de sistematizar o conhecimento sobre esse assunto e fornecer subsídios para a proposição de uma metodologia adequada às concessionárias de energia do setor elétrico.

3.2 Unidades empíricas de análise e coleta de dados

Yin (2005) descreve a vantagem da utilização de muitas fontes diferentes para a coleta de evidências como um ponto muito importante do estudo de caso. Com essas fontes múltiplas, torna-se possível a triangulação das informações e o desenvolvimento de linhas convergentes de investigação.

A pesquisa buscou identificar uma metodologia para definição de temas tecnológicos de pesquisa para as concessionárias de energia elétrica, para fazerem frente ao novo ambiente competitivo do setor, bem como à obrigatoriedade legal de se investir em projetos de P&D. Para isso, foi analisada a evolução da maneira de definição de temas tecnológicos para P&D nas diversas fases do processo de gestão de tecnologia implantado pela Companhia Energética de Minas Gerais.

A análise do processo utilizado pela Cemig para definição de temas tecnológicos foi motivada pelo vínculo do pesquisador com a atividade de gestão de tecnologia dessa empresa. Como fonte de dados, foram utilizadas fontes documentais, entrevistas espontâneas e observação participante sobre a gestão de tecnologia na Cemig.

“Por conseguinte, è muito comum que as entrevista para o estudo de caso sejam conduzidas de forma espontânea. Dessa forma, você pode tanto indagar dos respondentes-chave os fatos relacionados a um assunto quanto pedir a opinião deles sobre determinado evento” (YIN, 2005, p. 117).

A observação participante foi um importante instrumento para esta pesquisa, já que o pesquisador faz parte da equipe de tecnologia da Cemig e trabalhou efetivamente em todas as fases do processo de gestão tecnológica, principalmente a de definição de temas tecnológicos para P&D e inovação. As observações ao longo do tempo foram bastante adequadas a este estudo, pois permitiram a análise dos dados e a comparação com o referencial teórico de forma direta. Devido a esse envolvimento direto com as diversas fases do processo de gestão tecnológica em análise, o acesso às informações foi privilegiado, o que contribuiu para a agilização da investigação e o foco em questões mais relevantes.

3.3 Estratégia para análise de dados

Os aspectos relevantes para definição de temas tecnológicos, tais como: análise mercadológica; alinhamento com estratégia; cadeia de valor; prospecção tecnológica e análise das competências essenciais foram identificados com base na avaliação do referencial teórico e comparados com os métodos utilizados no caso estudado. Dessa forma, de acordo com Yin (2005), pode-se comparar os dados empíricos com o esperado ou desejado, conforme identificado no referencial teórico. “A análise de dados consiste em examinar, categorizar, classificar em tabelas, testar ou, do contrário, recombinar as evidências quantitativas e qualitativas para tratar as proposições iniciais de um estudo” (YIN, 2005, p.137).

Yin (2005) sugere cinco técnicas específicas para analisar os estudos de caso: adequação ao padrão; construção de explicação; análise de séries temporais; modelos lógicos e síntese de caso cruzado. A análise de acontecimentos cronológicos, modalidade especial de análise de séries temporais, é uma técnica utilizada frequentemente no estudo de caso, pois permite que o investigador pesquise os eventos ao longo do tempo, um dos argumentos para estudo de caso único.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Durante o desenvolvimento deste estudo, foi apresentado o referencial teórico para dar sustentação às análises do estudo de caso Cemig. O caso apresenta a análise da evolução do processo de gestão estratégica de tecnologia, de como ele foi inicialmente planejado e de como ele é conduzido atualmente na corporação. Utilizaram-se documentação interna, registros organizacionais, observação participante e entrevistas espontâneas com os principais envolvidos no processo de Gestão Estratégica de Tecnologia sobre como deve ser implementada a melhoria para enquadrar o processo nas melhores práticas para definição de temas tecnológicos para inovação.

4.1 Apresentação da empresa (Cemig, 2007)

A Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig), concessionária de energia do estado, atende a mais de 95% do território de Minas Gerais, na região Sudeste do Brasil, correspondendo à área de 567.478 Km², o equivalente à extensão territorial de um país do tamanho da França. Fundada em 22 de maio de 1952 pelo então governador de Minas Juscelino Kubitschek de Oliveira, com o objetivo de dar suporte a um amplo programa de modernização, diversificação e expansão do parque industrial do estado, a Cemig conseguiu cumprir o seu papel de ser um instrumento de desenvolvimento da economia mineira e, ao mesmo tempo, ser uma empresa eficiente e competitiva (Cemig, 2007).

A companhia possui 54 usinas, predominantemente hidrelétricas, cinco delas em sistema de parceria com grupos empresariais, que produzem energia para atender a mais de 17 milhões de pessoas em 774 municípios de Minas Gerais. Para fazer a energia elétrica chegar aos cerca de seis milhões de consumidores que possui, a Cemig gerencia a maior rede de distribuição de energia elétrica da América Latina e uma das quatro maiores do mundo. Está presente também, por meio de empreendimentos de geração ou de comercialização de energia, nos seguintes estados brasileiros: Santa Catarina, Rio de Janeiro, São Paulo, Espírito Santo e Rio Grande do Sul (Cemig, 2007).

É empresa de economia mista, que tem o governo de Minas como seu principal acionista, detentor de 51% das ações ordinárias da Companhia. O segundo maior acionista é a *Southern Eletric* Brasil Participações Ltda., com 33% das ações. Os setores privados

externo e interno possuem, respectivamente, 4,5 e 11,5% do controle acionário (Cemig, 2007).

Em dezembro de 2004, a Cemig passou por 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, de março de 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 e 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 permitirá a expansão da rede de distribuição de gás natural em Minas Gerais para onde existe demanda reprimida (Cemig, 2007).

Em um universo de 2.500 empresas de 60 ramos industriais em 34 países, a Cemig foi uma das duas brasileiras selecionadas para compor o índice *Dow Jones*, que é o primeiro indicador internacional da performance financeira das empresas líderes em sustentabilidade. Desde 1999, já foi incluída oito vezes no *Dow Jones* e em 2006 foi eleita líder do setor de infra-estrutura (Cemig, 2007).

Em 2006, o lucro líquido da Cemig em todos os seus negócios atingiu R\$ 1.719 milhões, sendo que a geração e transmissão contribuiu com R\$ 614 milhões, a distribuição com 770 milhões e o restante veio dos outros mais de 40 negócios da empresa, tais como GASMIG, INFOVIAS, *LIGHT*, empresas de geração, transmissão, etc. Para continuar fornecendo aos seus clientes a melhor energia do Brasil, a Cemig investe no que há de mais avançado em tecnologia. Desde o atendimento e o monitoramento dos reservatórios, com sistemas que recebem informações *on-line* via satélite, até sua contabilidade interna, passando pela manutenção de linhas de transmissão e telecontrole de subestações e usinas, a tecnologia está sempre presente, elevando o padrão dos serviços prestados pela Cemig. A Cemig é uma corporação com grande potencial de crescimento, lucrativa, situação financeira sólida, endividamento pequeno, capacidade gerencial reconhecida e consolidada no setor elétrico (Cemig, 2007).

A corporação ocupa expressiva posição no setor elétrico nacional, sendo a maior distribuidora (energia transportada, número de consumidores e Km de rede), quinta maior geradora em capacidade instalada e sexta maior transmissora em Km de linha (Cemig, 2007).

A empresa de geração tem capacidade instalada de geração da ordem de 6.700 MW, 7% da capacidade de geração do país, e as suas maiores hidrelétricas são: São Simão (1.710 MW); Emborcação (1.192 MW); Nova Ponte (510 MW); Jaguara (424 MW); Miranda (408 MW); Três Marias (396 MW); Volta Grande (380 MW); Irapé (360 MW); Aimorés (162 MW); *Light* Geração (169 MW) e outras usinas (796 MW).

A empresa de transmissão conta, para transmissão de energia elétrica, com 5.364 Km de linhas de alta tensão (230 a 500 kV), 5% da capacidade de transmissão do país, e 16.788 Km de subtransmissão, linhas de 161 a 69 KV. Para distribuição a seus consumidores, a empresa conta com 402.539 Km de redes de distribuição urbana e rural. A corporação Cemig atende a 10% do mercado cativo no país (Cemig, 2007).

A corporação é reconhecidamente de classe internacional no seu setor de atuação. Em 2006, contava com ativos de R\$ 23, bilhões, patrimônio líquido de R\$ 7,5 bilhões, dívida consolidada de R\$ 7,6 bilhões e receita líquida de R\$ 9,7 bilhões.

Tem responsabilidade social e ambiental como compromisso de longo prazo, assegurando não apenas a preservação das suas atividades, mas evitando custos para a sociedade, pelo relacionamento equilibrado com o meio ambiente. Essas ações para assegurar a sustentabilidade são reconhecidas por sua inclusão pela oitava vez consecutiva no índice *Dow Jones* de sustentabilidade e pela inclusão pelo segundo ano consecutivo no índice de sustentabilidade empresarial da Bovespa.

A empresa de geração atualmente está renovando as concessões de geração de algumas de suas usinas (1.735 MW) por mais 20 anos, construindo a usina de Baguari (140 MW), investimento de R\$ 489 milhões, empreendimento iniciado em abril de 2007; e construindo seis pequenas centrais hidrelétricas (PCH), potência instalada total de 91 MW, investimentos da ordem de R\$389 milhões. Encontram-se em fase adiantada estudos de engenharia e estruturação de negócios de mais oito PCHs com potência instalada de 2.007 MW. A empresa está fazendo estudos para repotenciação de 22 das 32 PCHs existentes, com aumento de 160 Mw da capacidade instalada.

4.2 Tecnologia na Cemig

A Cemig, como a grande maioria das empresas do setor elétrico, sempre se preocupou em manter elevado padrão tecnológico, o que tem contribuído para consolidar sua marca no cenário nacional e mesmo internacional. Segundo Diniz *et al.* (1999), tecnologia é insumo básico e estratégico que se manifesta a partir de processos, produtos,

serviços, equipamentos, instalações e das competências de seus empregados e parceiros, gerenciada e utilizada de maneira adequada e condizente com os resultados almejados, ambientalmente correta e fator de viabilização de desenvolvimento de negócios e de agregação de valor. Esses autores acrescentam que tecnologia, juntamente com pessoas, mercado e finanças, constituem os pilares de sustentação da estratégia de qualquer negócio e vem cada vez mais sendo entendida como fator de competitividade e de otimização de resultados empresariais.

Diniz *et al.* (1999) acrescentam que, com o surgimento de um ambiente concorrencial no setor elétrico, escassez de recursos, redução das margens, crescente preocupação com a qualidade da energia e, em contraposição, o envelhecimento do sistema elétrico, o correto gerenciamento dos recursos disponíveis passa a ser de vital importância. Portanto, é notória a relevância da tecnologia para o setor elétrico, sendo um importante fator de diferenciação na qualidade dos produtos e serviços e nos resultados.

Nesse contexto, a Cemig iniciou, em 1998, um processo de gestão tecnológica a partir do qual são definidos os temas de pesquisa e gerados os portfólios de projetos de P&D que fazem parte do programa Cemig/ANEEL. Diniz *et al.* (1999) e Vasconcellos (1999) relatam que a Gestão Estratégica de Tecnologia é uma metodologia de formulação de estratégias tecnológicas alinhadas com as diretrizes empresariais, objetivando aumento de competitividade, redução de custos e otimização de resultados, de forma que as ações de pesquisa, desenvolvimento, capacitação, inovação, melhoria de processos e produtos estejam em inteira consonância com a estratégia de negócios da empresa, com os resultados esperados e com as disponibilidades existentes.

Diniz *et al.* (1999) ressaltam que, com essa metodologia de gestão, busca-se mais integração entre as equipes, evitam-se duplicidades e otimizam-se os recursos disponíveis para a melhoria de produtos e processos. Como consequência, a empresa assegura a utilização das tecnologias mais adequadas aos seus processos e respostas ágeis às alterações de cenários, preparando-se para as mudanças em um mercado dinâmico e competitivo.

A internalização, o desenvolvimento e o processo de inovação tecnológica na empresa em geral se deram de forma pouco sistêmica e na maioria das vezes por iniciativas isoladas do que por estratégias bem definidas e alinhadas com os objetivos traçados pelas empresas. A ausência de estratégias tecnológicas claras, objetivas e compartilhadas resulta, não raro, em duplicidades de esforços, reduzido foco em resultados e relações custo-benefício pouco adequados (DINIZ, 1999).

Embora a função tecnologia sempre tenha sido considerada estratégica pela Cemig, somente após a criação, em 1992, do Comitê de Pesquisa, Desenvolvimento e Tecnologia (CPDT) e, posteriormente, no início de 1995, durante a elaboração do Programa de Desenvolvimento Tecnológico Industrial (PDTI), é que ficou evidenciada a necessidade de se ter uma estrutura permanente de Gestão tecnológica, até porque essa função na Cemig era exercida de forma descentralizada e autônoma pelas áreas. O processo de gestão tecnológica iniciou sua implantação em 1998, porém sofreu adaptações devido às necessidades de mudanças organizacionais realizadas para atender às novas regulamentações setoriais e do programa ANEEL de P&D.

4.3 Fase 1: Programa de Desenvolvimento Tecnológico e Industrial na CEMIG

O Programa de Desenvolvimento Tecnológico Industrial (PDTI) foi criado pelo governo federal a partir da Lei nº 8.661, de 02/06/1993, com a finalidade de estimular a capacitação tecnológica das empresas mediante a concessão de incentivos fiscais.

Para fazer uso dos benefícios concedidos pela legislação, a Cemig, por intermédio do Comitê de Pesquisa, Desenvolvimento e Tecnologia (CPDT), elaborou seu PDTI, que foi aprovado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), publicado em 09/10/1995, com duração de cinco anos. A Cemig foi a primeira empresa do setor elétrico a ter um programa dessa natureza.

Nessa fase, o CPDT (coordenação) e o Departamento de Pesquisa, Desenvolvimento e Normalização Técnica – TE/TN (execução) gerenciavam o processo para elaboração do PDTI. Para definição dos projetos que fizeram parte do programa PDTI/Cemig, foi criado um grupo de trabalho, com o objetivo de elaborar material para divulgação interna do PDTI, contendo os conceitos básicos do programa e informações sobre critérios para inclusão de projetos, orçamento, apropriação e acompanhamento dos gastos, além das atribuições do CPDT. Esse grupo de trabalho também identificou e coletou projetos enquadrados como de pesquisa e desenvolvimento que se encontravam em execução, bem como os planejados, por todas as áreas da Cemig, para o período de 1995 a 2000. Os projetos nasciam da necessidade das áreas técnicas, sem orientação estratégica corporativa. Uma área não tinha conhecimento de qual projeto a outra estava realizando. Esses projetos identificados foram classificados em três linhas específicas:

- Linha 1 – Otimização e melhoria de desempenho e segurança do sistema elétrico.

- Linha 2 – Sistemas descentralizados de geração e novas fontes energéticas.
- Linha 3 – Controle ambiental.

Foram inscritos 135 projetos no PDTI (TAB. 1), sendo 70% da linha um (94 projetos), 14% da linha dois (19 projetos) e 16 % da linha três (22 projetos). Os benefícios auferidos pelos projetos foram isenção do imposto sobre produtos industrializados nas compras de equipamentos e dedução no imposto de renda.

TABELA 1
Projetos do PDTI da Cemig

Linha de pesquisa	Número de Projetos	Valor Total (R\$) (valores históricos)	(%)
Otimização e melhoria de desempenho e segurança do sistema elétrico	94	27.978.589,00	64,5
Sistemas descentralizados de geração e novas fontes energéticas	19	3.110.499,11	7,2
Controle ambiental	22	12.276.927,00	28,3
TOTAL	135	43.366.015,00	100

FONTE: Interna CEMIG.

4.4 Fase 2: Implantação da Gestão Estratégica de Tecnologia na CEMIG

Visando a aperfeiçoar o processo tecnológico na empresa, iniciaram-se, a partir de 1998, os trabalhos para a implantação da metodologia de gestão estratégica de tecnologia. Conforme relatam Diniz *et al.* (1999), foram pesquisadas e visitadas algumas empresas que praticavam de forma sistematizada a gestão tecnológica, de modo a identificar as metodologias empregadas, vantagens e desvantagens, os agentes que poderiam facilitar ou dificultar o processo e qualificações dos consultores. Com base nessas análises, foram desencadeadas na Cemig as seguintes ações preliminares:

- Reestruturação do Comitê de Pesquisa, Desenvolvimento e Tecnologia (CPDT), de modo a torná-lo mais ágil e mais representativo, e um fórum voltado para a identificação e proposição de políticas e estratégias tecnológicas.

- Contratação de consultoria externa e estruturação Assessoria de Gestão Tecnológica e Alternativas Energéticas - TE para condução do processo em toda a empresa. O Departamento de Pesquisa, Desenvolvimento e Normalização Técnica foi estruturado como uma Assessoria.
- Consolidação do escritório de Marcas e Patentes e de ações para incentivo à inovação, divulgação, proteção e comercialização de propriedade industrial.
- Definição de uma política e de um plano de identificação de competências e de parcerias externas em áreas de interesse da CEMIG.

Após a contratação da consultoria da Fundação Instituto de Administração da Universidade de São Paulo (FIA/USP), iniciou-se o processo de implantação e disseminação da metodologia de Gestão Estratégica de Tecnologia (GET) em todas as unidades da empresa.

Pretendia-se que, uma vez encerrado o processo de implantação da metodologia, continuassem os ciclos anuais de GET, conforme etapas apresentadas na FIG. 8.

Durante o processo de implantação, houve necessidade de adaptações da metodologia e ferramentas de forma a ajustá-las às peculiaridades da CEMIG, conforme ressaltado por Diniz *et al.* (1999).

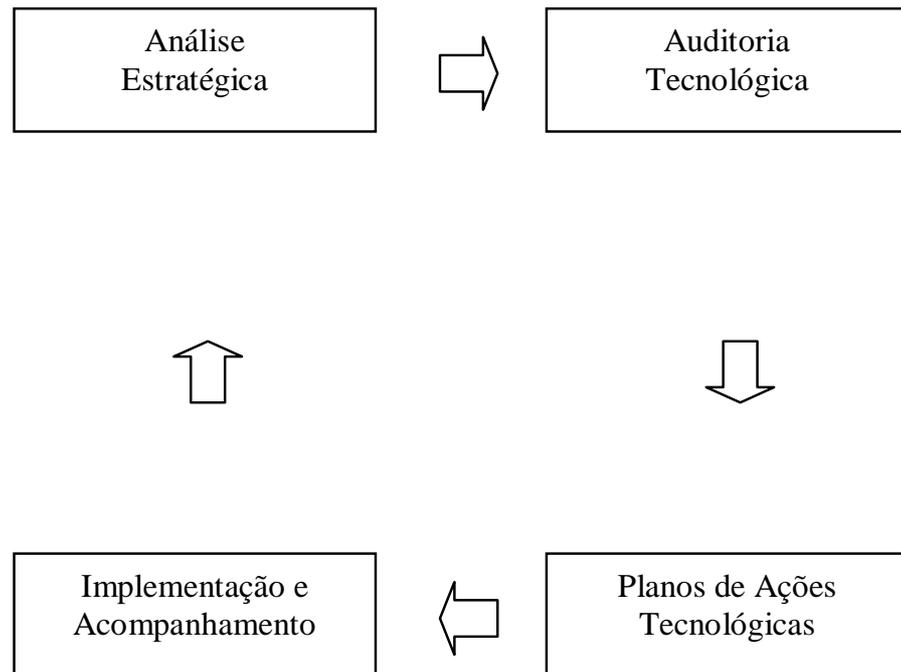


FIGURA 8: Etapas principais da gestão estratégica de tecnologia na Cemig.

FONTE: Diniz *et al.* (1999).

O processo, conforme descrito por Diniz *et al.* (1999), inicia-se com a análise estratégica, que consiste nas análises mercadológica, dos ambientes interno e externo, na elaboração dos cenários da evolução tecnológica dos negócios, na identificação de ameaças e oportunidades tecnológicas, dos pontos fortes e fracos dos negócios e na interação entre os objetivos e diretrizes empresariais e as políticas e estratégias tecnológicas.

Em seguida, continua com a auditoria tecnológica, que consiste no inventário tecnológico de cada unidade de negócio; com a identificação das tecnologias básicas, que dão sustentação aos negócios; das tecnologias-chave, que alavancam competitividade e agregam mais valor aos produtos ou serviços; e as emergentes, que podem mudar o perfil dos negócios atuais ou viabilizar novos negócios. Do cruzamento dessas informações com aquelas provenientes da etapa de análise estratégica tem-se um portfólio de medidas de curto prazo e de projetos de média e longa duração, que constituem as ações tecnológicas que poderão ser desenvolvidas e deverão ser avaliadas.

Após a auditoria, são elaborados os planos de ações tecnológicas que compõem o Plano Quinquenal de Negócio. Nessa fase são definidos os temas tecnológicos e identificados e priorizados os projetos, a partir da avaliação de questões de atratividade, viabilidade, retorno potencial, custo e benefício, recursos necessários e disponíveis,

vantagens e desvantagens e capacitação necessárias. Uma vez definidos os temas de pesquisa, identificados os projetos, estabelecidas as prioridades, identificados os recursos e definidas as parcerias internas e externas, o conjunto de ações tecnológicas resultante passa a integrar o Plano Diretor de Tecnologia da unidade de negócio.

A compilação das ações tecnológicas de todas as unidades de negócios, num horizonte de cinco anos, passa a compor o Plano Quinquenal de Tecnologia da empresa.

Na etapa de implementação e acompanhamento são realizadas as ações tecnológicas prioritizadas, avaliação dos resultados obtidos, revisão, realinhamento e correção de rumos e retorno à fase inicial para novo ciclo de gestão tecnológica.

Segundo Diniz *et al.* (1999), a implantação da Gestão Estratégica de Tecnologia (GET) em toda a empresa foi uma deliberação da Diretoria Colegiada à qual se pretendia submeter os planos tecnológicos para apreciação, recomendações e aprovação, em consonância com as diretrizes estratégicas estabelecidas e com o Plano Quinquenal de Negócios. A FIG. 9 apresenta os principais atores do processo de gestão tecnológica descrito por Diniz *et al.* (1999).

Para operacionalizar o processo de gestão, foi escolhido um gestor de tecnologia em cada diretoria, responsável pela absorção e disseminação da metodologia, pela coordenação dos trabalhos nas respectivas unidades de negócios e pela elaboração, em conjunto com a Assessoria e com o consultor externo, dos Planos Diretores de Tecnologia.

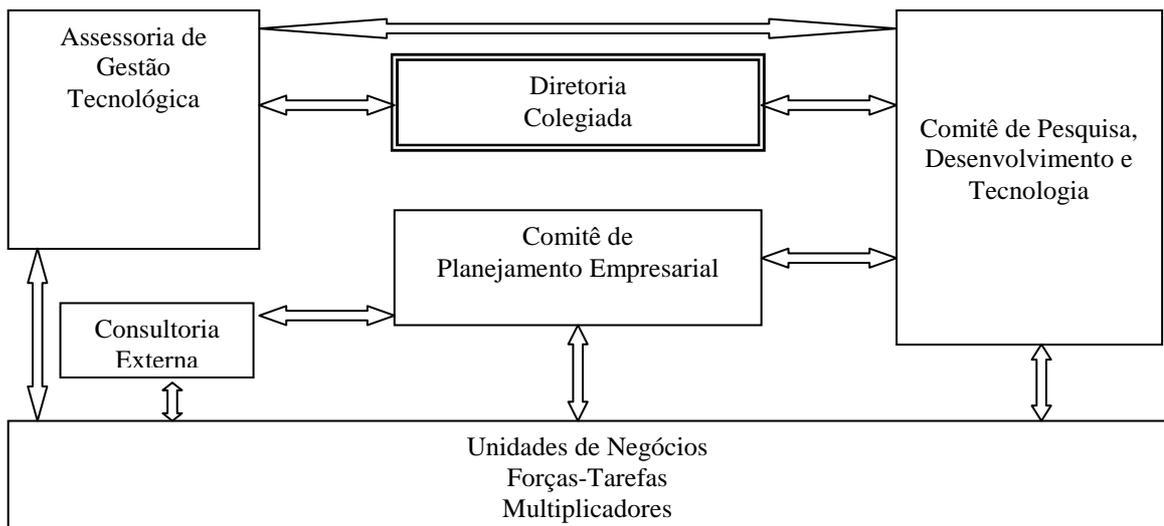


FIGURA 9: Principais atores do processo corporativo de GET na Cemig – Fase 2.

FONTE: Diniz *et al.* (1999).

O Comitê de Planejamento Empresarial, entidade responsável pela elaboração do planejamento estratégico empresarial, tinha as seguintes atribuições em relação ao processo tecnológico:

- Análise de ambiência e elaboração de cenários, em coordenação com todas as áreas e comitês da empresa.
- Proposição de diretrizes estratégicas e de um Plano Quinquenal de Tecnologia a ser submetido à aprovação da Diretoria Colegiada e posteriormente executado pelas unidades de negócios.

A Assessoria de Gestão Tecnológica e Energias Alternativas, área responsável pelas questões tecnológicas da Cemig, tinha as atribuições que se seguem:

- Coordenação da implantação na empresa da metodologia e do relacionamento com o consultor, apoio metodológico e introdução de aperfeiçoamentos, para adequar a metodologia de gestão as necessidades de uma concessionária de energia elétrica.
- Condução, junto às áreas, dos processos de análise estratégica, auditoria tecnológica, elaboração dos Planos Diretores de Tecnologia e do acompanhamento e monitoramento do desenvolvimento das ações tecnológicas.
- Realização de prospecção tecnológica e formulação de cenários.
- Condução do processo de identificação e consolidação de parcerias estratégicas.
- Coordenação do escritório de Marcas e Patentes, do Comitê de Pesquisa, Desenvolvimento e Tecnologia CPDT.
- Elaboração e manutenção do Sistema de Informações Tecnológicas.

Adicionalmente, a Assessoria de Gestão Tecnológica prestava apoio ao CPDT na elaboração dos cenários da evolução tecnológica; na coordenação, acompanhamento e emissão de relatórios periódicos de andamento do PDTI; e na elaboração do Plano Quinquenal de Tecnologia (DINIZ *et al.* 1999).

O Comitê de Pesquisa, Desenvolvimento e Tecnologia (CPDT), fórum voltado para a proposição de políticas e estratégias tecnológicas, tinha as responsabilidades de:

- Consolidar e divulgar os cenários da evolução tecnológica necessários à formulação estratégica dos negócios da empresa.

- Propor e manter atualizada a política de pesquisa, desenvolvimento e tecnologia.
- Avaliar, propor sugestões e validar a documentação produzida no processo de GET.
- Validar e recomendar à Diretoria Colegiada os Planos Diretores de Tecnologia das unidades de negócios, em consonância com o Plano Quinquenal de Negócios.
- Elaborar o Plano Quinquenal de Tecnologia, aí incluídos os projetos de pesquisa e desenvolvimento do Programa de Combate ao Desperdício de Energia e do Programa de Desenvolvimento Tecnológico Industrial.
- Coordenar o Programa de Desenvolvimento Tecnológico Industrial e emitir os relatórios semestrais de acompanhamento de seu desenvolvimento.
- Identificar e divulgar fontes de financiamento, incentivo e fomento às atividades de pesquisa e desenvolvimento, assim como critérios de acesso aos recursos.
- Promover a implantação de um programa de incentivo à inovação tecnológica na empresa.
- Fomentar a capacitação e o desenvolvimento tecnológico no estado, em consonância com os objetivos e interesses da Cemig.
- Propor as condições para guarda, intercâmbio, cessão e comercialização da tecnologia da empresa.

As Unidades de Negócios, áreas operacionais da empresa, eram responsáveis por:

- Indicar especialistas, realizar prospecções, disponibilizar informações e compor as forças-tarefa que, sob a coordenação dos gestores de tecnologia e sob a orientação da equipe de Gestão Estratégica de Tecnologia (seis empregados lotados na Assessoria de Gestão Tecnológica e Energias Alternativas) e do consultor externo, efetuaram os trabalhos previstos nas quatro etapas do processo descritas no terceiro item, tanto na fase de implantação da metodologia como nos subseqüentes ciclos anuais.
- Disseminar a Gestão Estratégica de Tecnologia em suas áreas de atuação e incentivar sua permanente aplicação.

- Viabilizar os recursos necessários e conduzir as ações tecnológicas prioritizadas, monitorando permanentemente sua realização, identificando e propondo ações corretivas.

A Consultoria Externa era a responsável pela internalização das ferramentas e da metodologia e pelo assessoramento em todas as fases do processo de implantação, avaliação e orientação na elaboração dos planos tecnológicos. Uma vez encerrado o processo de implantação da GET, essas funções estavam previstas para serem desempenhadas pela Assessoria. Com a formatação desse processo, foram iniciados os trabalhos no negócio distribuição e, por suas características peculiares (expressividade, tamanho, similaridades com o todo, capilaridade, etc.), foi escolhido como o piloto da implantação, uma vez que grande parte dos trabalhos realizados poderia ser facilmente transposta e adaptada para as demais áreas (DINIZ *et al.* 1999).

Os trabalhos nas demais unidades de negócios foram realizados utilizando a experiência e os produtos desenvolvidos no âmbito do projeto-piloto. As etapas previstas no processo de gestão tecnológica foram trabalhadas em todas as áreas da empresa e foram utilizadas na elaboração da versão preliminar do primeiro Plano Quinquenal de Tecnologia da Cemig (DINIZ *et al.* 1999).

4.4.1 Avaliação da implantação da Gestão Estratégica de Tecnologia

São destacados, a seguir, conforme relatado por Diniz *et al.* (1999), alguns fatores relevantes que se constituíram na época da implantação da metodologia em facilitadores ou dificultadores do processo de Gestão Estratégica de Tecnologia (GET), muitas vezes revelando-se grandes desafios para as equipes envolvidas.

- A cultura inovadora, uma das características marcantes da Cemig, permitiu a pronta absorção dos conceitos e a disseminação da GET, ainda que se tenham sido necessários esforços contínuos para a propagação da metodologia para além das fronteiras das forças-tarefa, considerando-se que o tamanho e a distribuição geográfica da empresa pelo Estado dificultam esse processo.
- O projeto GET foi planejado e concebido para ser amplamente implantado em todas as áreas. Além das adaptações iniciais para que a metodologia fosse adaptada a uma concessionária de energia elétrica e que a ênfase em pesquisa e

desenvolvimento fosse mais adequada, ao longo do processo foram necessárias novas adaptações de modo a atender às heterogeneidades das diversas áreas e às peculiaridades de cada negócio, tanto em suas áreas operacionais quanto nas de apoio.

- Alguns dos maiores desafios para o sucesso do projeto residiram no engajamento de todos, no entendimento da importância do papel que cada um representava no processo e das contribuições que eram esperadas, assim como da efetiva priorização e realização dos trabalhos envolvidos.
- O patrocínio e o apoio da alta gerência foram fundamentais para alavancar o processo em todas as áreas na época da sua implantação.
- Outro fator muito relevante que foi um dificultador do processo refere-se ao fato de que a implantação da GET teve início em meio ao processo de reestruturação do Setor Elétrico Nacional e de seus desdobramentos na Cemig. Esse fato, por outro lado, tem contribuído para que a gestão de tecnologia e suas estratégias venham sendo consideradas no próprio trabalho de repensar e estruturar os negócios, num processo de realimentação constante.
- A permanente divulgação interna do projeto, de seus benefícios e resultados auferidos ou esperados e das formas de participação contribuíram significativamente para o bom andamento do processo. Por outro lado, o desenvolvimento e a manutenção de um sistema de informações tecnológicas adequado, primordial para o sucesso da GET, continua desafiador e de difícil consecução.
- O processo de estabelecimento de parcerias internas e externas é de grande relevância no desenvolvimento dos processos tecnológicos, na racionalização dos esforços, na ampliação da base de conhecimento e na fixação de competência dentro e fora da empresa. Foi criado um programa de incentivo e criação de centros de excelência em Universidades e Centros de Pesquisa, de forma a desenvolver e fixar competências.

Praticamente 10 anos se passaram desde que a metodologia estratégica de tecnologia foi implantada na Cemig. Em dezembro de 2004, a Cemig passou por complexa reestruturação, deixando de ser uma empresa integrada para desmembrar-se em corporação. Atualmente, é formada por uma *holding* com mais de 40 negócios associados,

tais como empresa de gás, telecomunicações, eficiência, geração, transmissão, distribuição, comercialização de energia elétrica. Sua estratégia de expansão fortaleceu-se a partir de aquisição de ativos com vista à agregação de valor e geração de caixa. As áreas operacionais tradicionais - geração, transmissão e distribuição - ficaram mais focadas em redução de custos e gestão de ativos.

A empresa mudou sua estratégia em 2004, assumindo postura de geração de lucro forte para satisfazer à demanda dos acionistas e para suportar a sua estratégia de expansão, de forma a se tornar uma das cinco maiores concorrentes do setor. As mudanças contribuíram, num primeiro momento, para retirar o foco da gestão estratégica de tecnologia, entre outros, devido à grande movimentação interna de pessoas nas diferentes áreas.

Outro fator que causou grande impacto na Gestão Estratégica de Tecnologia (GET) foi o próprio processo necessário para gerenciar o programa Cemig/ANEEL de P&D, que não existia quando da implantação da GET. Os recursos garantidos para P&D são fundamentais para a continuidade do processo, porém o número de projetos cresceu de forma exponencial, os ciclos do programa ANEEL foram se acumulando, ocasionando excesso de trabalho da equipe de gestão para atender à demanda imposta pelo programa de P&D.

4.4.2 O Processo de seleção de temas tecnológicos e projetos no âmbito da GET na empresa de distribuição da Cemig

Conforme Carvalho *et al.* (1999), o plano de tecnologia da Cemig teve início no negócio distribuição, por suas características peculiares (expressividade, tamanho, similaridade com o todo, capilaridade, etc.), uma vez que grande parte dos trabalhos realizados poderia ser facilmente transposta e adaptada para as demais áreas.

Os trabalhos tiveram início em março de 1998, com a criação de uma força-tarefa composta de representantes das áreas de planejamento, comercialização, projetos, manutenção e tecnologia. Os trabalhos de implantação na distribuição foram conduzidos com assessoramento da FIA-USP. Primordialmente, essa força-tarefa teve por finalidade elaborar o plano de tecnologia do negócio distribuição, com vistas à formulação de estratégias tecnológicas alinhadas com as diretrizes da Cemig, buscando-se aumento de competitividade, redução de custos e otimização de resultados (CARVALHO *et al.*, 1999).

No desenvolvimento desse processo, foram realizadas várias reuniões, seminários internos, entrevistas com especialistas das áreas operacionais, no intuito de trabalhar todos os passos do processo de Gestão de Tecnologia, indicados a seguir:

- Análise estratégica: analisados o modelo institucional setorial e o ambiente empresarial, identificadas ameaças e oportunidades, pontos fortes e fracos da empresa e sua postura estratégica.
- Construção dos cenários tecnológicos: tendências tecnológicas, tecnologias já utilizadas pela Distribuidora, tecnologias utilizadas por outras empresas.
- Avaliação mercadológica: diretrizes mercadológicas, segmentação de mercados, projeção mercadológica.
- Auditoria tecnológica: nível de sensibilização e capacitação tecnológica dos negócios da Distribuição, nível de adequação dos sistemas de informação.
- Planos de ação e programas de projetos: portfólio contendo avaliação, seleção e priorização de projetos.
- Implantação e acompanhamento do plano de tecnologia: relação das etapas dos projetos, cronogramas, responsáveis pelas ações, índices de verificação e acompanhamento da efetividade das ações e projetos priorizados.

Os trabalhos foram realizados pelos integrantes da força-tarefa, com o apoio da equipe de Gestão de Tecnologia da Assessoria de Gestão Tecnológica e Energias Alternativas e das áreas operacionais, todos com dedicação parcial ao processo. A dedicação apenas parcial dos integrantes da força-tarefa e de especialistas das áreas operacionais constituiu um fator complicador do processo, pois as prioridades de trabalho das áreas são estabelecidas com ênfase na operação do sistema elétrico (CARVALHO *et al.*, 1999).

A FIG. 10 apresenta um diagrama de blocos do processo de gestão tecnológica para o negócio distribuição, utilizado para geração de projetos para o Plano Diretor de Tecnologia do negócio distribuição da Cemig. Os projetos surgem das propostas dos empregados lotados nas áreas operacionais, definidos em função das necessidades tecnológicas do negócio e das tecnologias associadas a essas necessidades e são identificados como resultado da auditoria tecnológica, etapa do processo de Gestão Estratégica de Tecnologia (CARVALHO *et al.*, 1999).

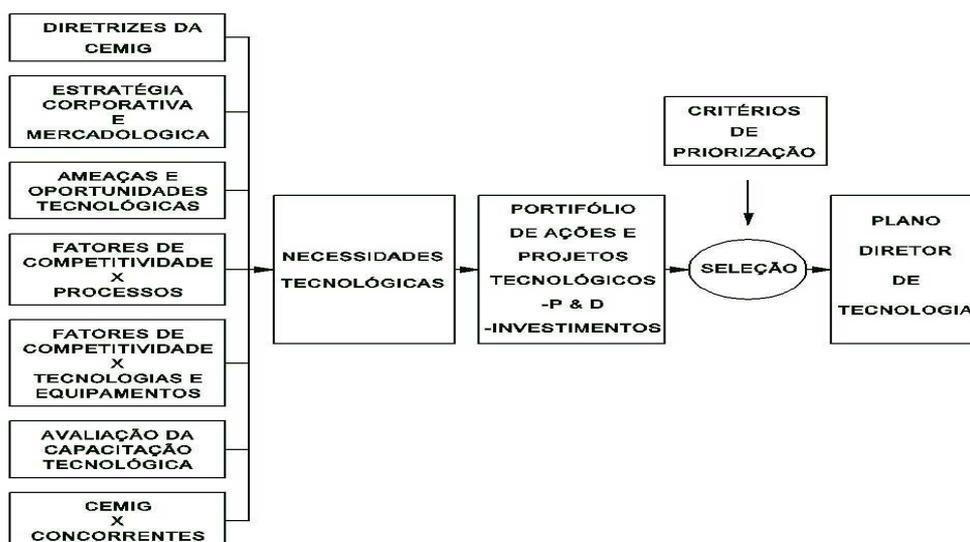


FIGURA 10: Diagrama do processo de gestão de tecnologia do negócio distribuição.

FONTE: Carvalho *et al.* (1999).

No início de 1998, grupos formados por pessoas indicadas pelas diretorias e coordenados pela equipe de promoção da qualidade estabeleceram um conjunto de diretrizes e metas para a Cemig, a partir da análise de diversas estratégias orientadoras da atuação da empresa. Com a visão de “ser a melhor provedora de soluções energéticas do mercado“, foram estabelecidas quatro diretrizes empresariais, posteriormente desdobradas no negócio distribuição. O QUADRO 5 apresenta uma dessas diretrizes, a título de exemplo, com alguns dos seus desdobramentos na Distribuidora, utilizados como base para a elaboração dos trabalhos (CARVALHO *et al.*, 1999).

QUADRO 5

Diretrizes da Cemig x diretrizes operacionais da distribuidora

DIRETRIZES Cemig	DIRETRIZES OPERACIONAIS DA DISTRIBUIDORA
Diretriz 1: ser a empresa preferida no mercado brasileiro de energia, com reconhecimento internacional.	<ul style="list-style-type: none"> • Atuar para reduzir os desníveis de tensão de fornecimento. • Atuar para reduzir a duração e frequência das interrupções de energia aos consumidores. • Atuar junto à sociedade em campanhas de reforço institucional e de segurança. • Melhorar o atendimento às reclamações de iluminação pública.

FONTE: Carvalho *et al.* (1999).

As estratégias mercadológicas da Cemig foram definidas por segmentos de mercado, classificados de acordo com o risco de perda de clientes, pelas oportunidades da empresa de conquistar clientes fora de sua área de concessão e pelas características do mercado consumidor. Foi traçado um conjunto de metas e ações mercadológicas em um horizonte de cinco anos, visando a manter e ampliar o mercado da empresa. Todo o material foi consolidado no Plano Quinquenal de Negócios da Cemig para o período de 1999 a 2003 (CARVALHO *et al.*, 1999).

Com objetivo de estabelecer um horizonte para o negócio distribuição, foram avaliadas as principais tendências tecnológicas que poderiam trazer impacto direto e indireto a esse negócio, conforme a seguir:

- O mercado de energia elétrica se tornará altamente complexo em face das novas formas de comercialização de energia e da necessidade generalizada de qualidade da energia entregue, bem como da presença de autoprodutores.
- Restrições ambientais, escassez de grandes aproveitamentos hidráulicos por custos compensadores e o advento de autoprodutores, entre outros, fazem com que seja dada ênfase crescente à chamada geração distribuída, com prioridade para aproveitamentos e instalações de portes menores e de maior eficiência, principalmente os localizados mais próximos dos centros consumidores.

Foi identificado na época que nos próximos anos provavelmente não haveria muitas novidades no que diz respeito às instalações básicas e critérios de projeto, mas certamente haveria mais demanda por redes de distribuição que apresentem mais baixa taxa de falhas, custos mais baixos, mais segurança e menor impacto ambiental (CARVALHO *et al.*, 1999).

Mudanças mais significativas ocorreriam nas metodologias de manutenção com a introdução de novas ferramentas e instrumentos, com destaque para a robótica. A área de operação apresentaria muitas exigências de sistemas de controle e despacho com alto grau de integração com sistemas de transmissão. Todo o processo de operação se baseará em sistemas automatizados, com ênfase na integração dos processos. As tecnologias de medição e faturamento estavam voltadas para a eliminação da figura do leiturista, conhecimento do perfil de consumo dos diversos tipos de clientes e facilidades de faturamento (CARVALHO *et al.*, 1999).

Com base na análise desse cenário tecnológico exemplificado, foi montado o QUADRO 6, com as ameaças e oportunidades geradas pelas novas tecnologias

identificadas, incluindo-se também os projetos de P&D e investimentos previstos relacionados com essas tecnologias. No QUADRO 6 foram incluídas preliminarmente algumas idéias de projetos de P&D, à medida que foram surgindo na força-tarefa. Dessa forma, contribuiu-se para a sinalização de áreas onde já existia algum desenvolvimento e áreas ainda não exploradas (CARVALHO *et al.*, 1999).

QUADRO 6
Oportunidades tecnológicas

Áreas Tecnológicas	Oportunidades	Projetos
		P&D e Investimentos
<ul style="list-style-type: none"> - Sistemas de geração distribuída de alta eficiência. Tecnologias: - co-geração; - turbinas a gás e de ciclo combinado; - PCH, MCH e PCT; - Solar, eólica, etc.; - células de combustíveis (óxido sólido e gás natural, próton <i>exchange membrane</i>, ácido fosfórico). 	<ul style="list-style-type: none"> - Atendimento preferencialmente a clientes de alto poder aquisitivo, privilegiando qualidade de fornecimento e questões ambientais. - Alternativa de atendimento sem transmissão. - Melhoria da curva de carga. - Prestação de serviços personalizados e além do medidor. - Proteção e ampliação de mercado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliação de microcentrais hidrelétricas. - Autoprodução de energia elétrica no setor siderúrgico. - Geração de energia elétrica utilizando carvão vegetal. - Co-geração de energia elétrica no setor sucroalcooleiro. - Eletrificação rural com energia solar fotovoltaica. - Geração de eletricidade utilizando energia eólica. - Projeto para produção de Hidrogênio.

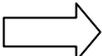
FONTE: Carvalho *et al.* (1999).

O QUADRO 7 foi um dos primeiros elaborados e relaciona fatores de competitividade, na visão do cliente, com os elementos do sistema elétrico (tecnologias de equipamentos). Na sua análise é possível identificar qual componente do sistema elétrico pode causar maior impacto em um fator de competitividade. Quanto mais alto o grau de impacto, maior a influência que a tecnologia (aplicada aos componentes do sistema elétrico) apresenta sobre os fatores de competitividade. Por exemplo, se o interesse da empresa é baixar tarifa para atender ao cliente, as tecnologias associadas ao item transformador podem causar maior impacto. Outro elemento introduzido nessa tabela, para auxiliar as análises, foi o conceito de prioridade, que identifica a maior ou menor importância de determinado fator de competitividade para o cliente (CARVALHO *et al.*, 1999).

Quando da elaboração do QUADRO 7, surgiu a necessidade de avaliar-se o impacto dos grandes projetos relacionados com os processos da distribuição. O QUADRO 8 apresenta os níveis de impacto de alguns desses projetos, relacionados com automação, informática e telecomunicações. Observa-se, ainda, no QUADRO 7 que, quanto mais alto o grau de impacto, maior a influência da tecnologia (introduzida pelos projetos) nos fatores de competitividade. Nos QUADROS 7 e 8 não estão apresentados todos os fatores de competitividade, identificados durante o processo de GET na época. No QUADRO 7, estão os principais fatores de competitividade relacionados com tecnologias de equipamentos e no QUADRO 8 os principais fatores relacionados com os processos tecnológicos (CARVALHO *et al.*, 1999).

QUADRO 7

Fatores de competitividade X tecnologias de equipamentos

TECNOLOGIAS DE EQUIPAMENTOS  FATORES DE COMPETITIVIDADE 	Prioridade-Cliente Residencial	Prioridade-Cliente	Transformadores	Reguladores de Tensão	Disjuntores	Secionalizadores	Chaves Fusíveis	Postes	Condutores	Cruzetas	Isoladores	Pára-raios
	Tarifas baixas	3	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1
Baixo número de horas de duração das interrupções	3	3	1	1	3	3	3	1	1	1	1	1
Baixo nível de harmônico	1	3	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*

FONTE: Carvalho *et al.* (1999).

Graus de Impacto: 3 - Alto impacto; 2 - Médio impacto; 1- Baixo impacto; * - Não se aplica.

Prioridade: 3 - Alta prioridade ; 2 Média prioridade; 1 Baixa prioridade.

Os dados mostrados neste QUADRO são fictícios.

QUADRO 8

Fatores de competitividade X processos tecnológicos

Tecnologia de Grandes Projetos	Fatores de Competitividade	Automação / Informática / Telecomunicações										
		Prioridade	Automação de Rede	Automação de SE	Automação de Agência	Automação de Leitura	Mapeamento / Cadastro	Gerência de Redes	Projeto de Redes	Comunicação Móvel	Central de Atendimento a Clientes (<i>Call Center</i>)	INTERNET
Velocidade e precisão no atendimento		3	3	2	*	*	3	3	3	3	3	*
Atendimento 24 horas		2	*	*	3	*	*	*	*	*	3	2
Baixo número de horas de duração das interrupções		3	3	3	*	*	3	3	2	3	2	*

FONTE: Carvalho *et al.* (1999).

Graus de impacto: 3 - Alto impacto; 2 - Médio impacto; 1- Baixo impacto; * - Não se aplica.

Prioridade: 3 - Alta prioridade; 2 - Média prioridade; 1 Baixa prioridade.

Os dados mostrados neste QUADRO são fictícios.

Um fator importante para avaliar a inserção de uma nova tecnologia é a disponibilidade de recursos humanos qualificados, complexidade da tecnologia envolvida e importância competitiva para a empresa. O QUADRO 9 indica o potencial desses recursos na Cemig, para aproveitamento das tecnologias estratégicas identificadas. As informações desse QUADRO auxiliaram no processo de seleção de projetos. Por exemplo, se os recursos humanos necessários ao desenvolvimento de determinado projeto não estavam disponíveis na empresa, pôde-se estrategicamente optar pela contratação externa ou escolha de um projeto menos prioritário, porém que contasse com capacitação interna que assegurasse sua realização. Os dados também foram utilizados para auxiliar no programa de capacitação interna, direcionando o treinamento dos empregados para as áreas mais críticas do processo (CARVALHO *et al.*, 1999).

QUADRO 9

Avaliação da capacitação tecnológica

Áreas Tecnológicas Estratégicas	Capacitação de Recursos Humanos	Capacitação em Equipamentos	Importância para a empresa	Complexidade
<i>Tecnologias de sistemas de geração distribuída de alta eficiência:</i>				
- co-geração;	B	C	A	B
- turbinas a gás	A	C	A	B
- células de combustíveis	C	C	A	A

FONTE: Carvalho *et al.* (1999).

A - Alto B - Médio C - Baixo

Os dados mostrados nesta tabela são fictícios

O QUADRO 10 permite comparar a empresa com os concorrentes com base nos fatores de competitividade. Esse QUADRO, devido à sua grande importância, deve ser o primeiro a ser considerado no processo de geração de projetos em um ambiente competitivo. Os símbolos indicam se a empresa é melhor (+), pior (-) ou igual (=) aos seus potenciais concorrentes no fator de competitividade em referência (CARVALHO *et al.*, 1999).

QUADRO 10

Avaliação da competitividade mercadológica

Fatores de Competitividade ↓	Potenciais Concorrentes →	CEMIG	A	B	C	D	E
Duração das interrupções (h) horas		5,11	+	+	-	=	+
Frequência das interrupções		9,87	+	+	+	-	=
Tempo médio de atendimento (h)		3,07	+	+	=	-	+

FONTE: Carvalho *et al.* (1999).

Os projetos a serem desenvolvidos eram aqueles que geravam maior contribuição para a estratégia empresarial e apresentavam maior probabilidade de sucesso no seu desenvolvimento. Na geração desses projetos, foram examinadas todas as tecnologias utilizadas na empresa, inclusive aquelas não relacionadas diretamente com o produto, com o objetivo de se ter visão global de toda a cadeia de agregação de valores, criando uma inter-relação entre todas as unidades empresariais (CARVALHO *et al.*, 1999).

Na geração de projetos na Distribuidora, foram utilizadas como base de trabalho as tabelas mostradas anteriormente, que foram validadas por meio de consulta às áreas, reuniões e seminários internos. O QUADRO 11 traz o resumo de alguns dos projetos inicialmente indicados para fazerem parte da Lista de Projetos Tecnológicos da Cemig.

QUADRO 11

Necessidades tecnológicas

DIRETRIZ DA DISTRIBUIÇÃO	NECESSIDADE	TECNOLOGIA	PROJETOS DE P&D	PROJETOS DE INVESTIMENTO
Melhorar qualidade de tensão fornecimento.	Reduzir a sobretensão de descargas atmosféricas.	Pára-raios de ZnO por Aterramento de redes.	Desenvolver pára-raios de ZnO para LTs de 138 kilovolts (kV). Obter parâmetros de descargas atmosféricas.	Instalar pára-raios de ZnO de baixa tensão.
Reduzir duração e frequência de interrupções de energia aos consumidores.	Reduzir a desligamento devido à arborização.	Redes protegidas e isoladas à Canaleta para média e baixa tensão.	Desenvolver redes aéreas compactas, trifásicas com espaçadores de 25kV.	Instalar rede protegida de média tensão e rede isolada de baixa tensão. Instalar canaletas nas redes nuas.
Otimizar uso do sistema elétrico.	Gerenciamento pelo lado da demanda Flexibilizar utilização do sistema elétrico.	Gerenciar a demanda Ampacidade de LTs.	Experiência piloto horosazonal Desenvolver sistema NO-TOP Desenvolver metodologia estatística para aumento de capacidade transporte de LTs.	Substituir lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes compactas Instalar cabos condutores de liga termorresistente nas LTs.

FONTE: Carvalho *et al.* (1999).

Ampacidade = capacidade de condução de correntes de LTs

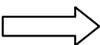
LT = linha de transmissão

O QUADRO 11 resume grande parte das informações obtidas durante o processo de geração de projetos realizado durante reuniões com participação dos empregados das áreas técnicas. Nele estão relacionadas as diretrizes, necessidades tecnológicas para atendimento das diretrizes, tecnologias disponíveis, projetos de P&D e/ou de investimento a serem realizados. Nessa etapa do processo, o maior desafio consiste em motivar as pessoas para que elas gerem novas idéias, resultando em projetos que aumentem a competitividade da empresa (CARVALHO *et al.*, 1999).

Para avaliar a consistência dos projetos em desenvolvimento com as diretrizes da distribuição, foi solicitado a todas as áreas do negócio distribuição o envio de relação com os projetos em desenvolvimento. Esses projetos foram relacionados com as diretrizes operacionais da Distribuidora e, dessa forma, foi possível verificar as diretrizes que já estavam contempladas com alguns projetos e outras que necessitavam de projetos para serem viabilizadas (QUADRO 12).

QUADRO 12

Projetos em desenvolvimento X diretrizes operacionais

DIRETRIZES	Atuar para reduzir os desníveis de tensão de fornecimento	Atuar para reduzir DEC e FEC para os consumidores	Atuar no aprimoramento do atendimento aos consumidores	Melhorar o atendimento às reclamações sobre a iluminação pública	Reduzir o custo do serviço de distribuição	Otimizar o uso do sistema elétrico (redução de perdas)	Buscar permanentemente a segurança dos empregados da Cemig e de empreiteiras.	Reduzir os impactos ambientais
  PROJETO								
Rede rural tipo <i>armless</i>		X			X		X	X
Transformador com núcleo de metal amorfo	X				X	X		
Transformador com isolamento a gás SF ₆							X	X

FONTE: Carvalho *et al.* (1999).

DEC = Duração da interrupção FEC = Freqüência da interrupção

Para priorização dos projetos identificados, foram desenvolvidos critérios para auxiliar o processo de classificação envolvendo estratégia empresarial, estratégia da Distribuidora, oportunidades, análise de vantagens para o cliente, ações da concorrência, crescimento do mercado, recompensa potencial, probabilidade de sucesso técnico e comercial (risco), disponibilidade de recursos humanos, redução de custos, qualidade e produtividade (CARVALHO *et al.*, 1999).

Pode-se observar que o processo de gestão de tecnologia implantado era bastante trabalhoso e exigiu apoio da alta gerência e participação efetiva de todos os empregados, em decorrência da necessidade de mudança de comportamento em relação ao trabalho tradicional. Esse engajamento se constituiu em grande desafio para as equipes de Gestão de Tecnologia na Cemig (CARVALHO *et al.*, 1999).

4.5 Fase 3 – Estrutura do processo atual da GET na Cemig

O programa atual de Gestão de Tecnologia deve atender às necessidades de inovação da organização e às regulamentações impostas pela ANEEL. Para maior integração da tecnologia da corporação, foi reformulado em 2005, o processo corporativo de gestão de tecnologia, apresentado na FIG. 11.

O Comitê de Pesquisa, Desenvolvimento e Tecnologia (CPDT) passou a se chamar Comitê de Gestão Estratégica de Tecnologia (CoGET), com as responsabilidades de propor e manter atualizada a política de pesquisa e desenvolvimento da Cemig e os planos de tecnologia dos diversos negócios; fomentar a implementação da gestão estratégica de tecnologia na corporação; promover a implantação de um programa de incentivo à inovação tecnológica; validar e recomendar à diretoria executiva o Plano Diretor de Tecnologia; consolidar e validar os cenários de evolução da tecnologia para os diversos negócios; recomendar critérios de priorização e também a identificação de fontes de financiamento para P&D.

O CoGET é coordenado pela Superintendência de Tecnologia e Alternativas Energéticas (TE) e conta com a participação de representantes das oito diretorias, que representam todas as empresas que participam da corporação Cemig. O coordenador do CoGET é responsável pela implantação do processo de gestão de tecnologia na Cemig e pela estruturação interna do processo na corporação. Os integrantes do Comitê de Gestão Estratégica de Tecnologia (CoGET) coordenam os núcleos setoriais de tecnologia (FIG.

12), que efetivamente conduzem o processo de gestão de tecnologia nas diversas áreas da corporação.

Os núcleos setoriais contam com representantes das diversas áreas técnicas da empresa e são responsáveis por efetuar os desdobramentos das diretrizes empresariais, as análises dos cenários, prospecção tecnológica, identificação de pontos fortes e fracos, ameaças e oportunidade tecnológicas no seu negócio; realizar as análises de priorização e seleção de projetos e projetos potenciais; elaborar o portfólio de pesquisa e desenvolvimento e acompanhar a execução dos projetos de P&D.

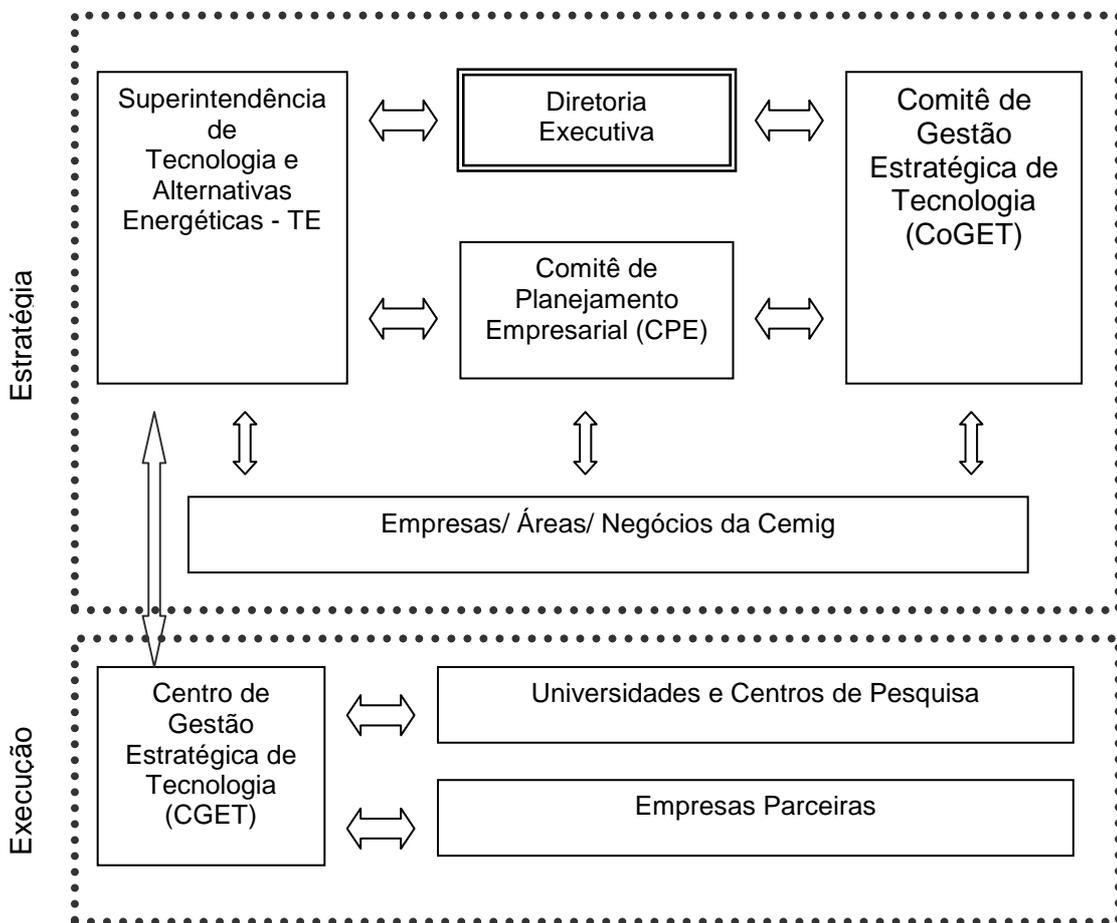


FIGURA 11 - Principais atores do processo corporativo da GET na Cemig – Fase 3.

FONTE: Interna CEMIG

A Superintendência de Tecnologia e Alternativas Energéticas (TE) tem também a função de secretariar o Comitê de Gestão Estratégica de Tecnologia (CoGET), promovendo a gestão na corporação e dando suporte a todos os núcleos setoriais. A TE faz o acompanhamento da evolução dos cenários tecnológicos aplicáveis ao negócio da

empresa e elabora as políticas e diretrizes em apoio ao CoGET e coordena a execução do programa de P&D Cemig/ANEEL. A execução desse programa de P&D é compulsória e o órgão fiscalizador exige prazos para apresentação de novos programas anuais e controle sistemático do cronograma físico e financeiro de cada projeto, além de relatórios quadrimestrais de acompanhamento do desenvolvimento do projeto, atividades que tiram o foco do processo de gestão tecnológica.

A Cemig também criou uma empresa de gestão de tecnologia (CGET) para operacionalizar os processos administrativos que envolvem a gestão dos projetos de P&D Cemig/ANEEL e relacionamento com Universidades, centros de pesquisa e empresas parceiras. A Empresa de Gestão de Tecnologia (CGET) foi criada em 26 de setembro de 2005, regido pelo artigo 53 do Código Civil Brasileiro, sendo, portanto, uma Associação Civil sem fins lucrativos, que tem a Cemig como associada patrocinadora. A CGET faz o acompanhamento e análise do andamento dos projetos e de seus cronogramas físicos e financeiros e presta apoio: às áreas da Cemig e às equipes das Universidades na otimização da execução dos projetos em andamento e na recuperação de atrasos; aos gerentes e coordenadores de projetos na elaboração de relatórios periódicos e aqueles exigidos pela ANEEL (quadrimestrais e finais); na análise dos produtos gerados e na sua implantação nas empresas; na operacionalização dos processos de contratação de projetos novos e celebração de convênios de cooperação técnico-científica e na formatação de projetos dos ciclos futuros.

Mesmo com a reformulação da estrutura do processo de Gestão de Tecnologia, verifica-se junto aos coordenadores do núcleo setoriais que procedimentos relacionados à determinação de temas tecnológicos (vide QUADRO 4, à página 45) não estão sendo realizados de forma sistemática, estruturada, o que pode estar limitando a utilização da tecnologia como ferramenta de agregação de valor.

4.5.1 Definição de temas tecnológicos: processo atual da Cemig

Atualmente, as definições de temas prioritários para P&D e inovação são desenvolvidas a partir do planejamento estratégico empresarial e são resultado do desdobramento de algumas das diretrizes estratégicas de cada negócio, das diretrizes da diretoria, da análise da ambiência externa e questões operativas.

O Comitê de Gestão Estratégica de Tecnologia (CoGET) apresenta para os integrantes dos núcleos setoriais, formados por especialistas das diversas áreas técnicas da

empresa, as diretrizes estratégicas genéricas da diretoria à qual eles estão vinculados. Os Núcleos setoriais, após consulta aos técnicos das áreas, identificam os temas tecnológicos, alinhados com as diretrizes empresariais apresentadas pelo CoGET.

Esse processo não é realizado de forma sistematizada e os temas tecnológicos, em geral, são genéricos e atendem à solução de problemas específicos das áreas.

Os temas tecnológicos identificados pelos núcleos setoriais de todas as diretorias são consolidados no CoGET e encaminhados para aprovação da diretoria executiva, que tem prerrogativa de alterar essas demandas em função das necessidades da corporação (FIG. 12).

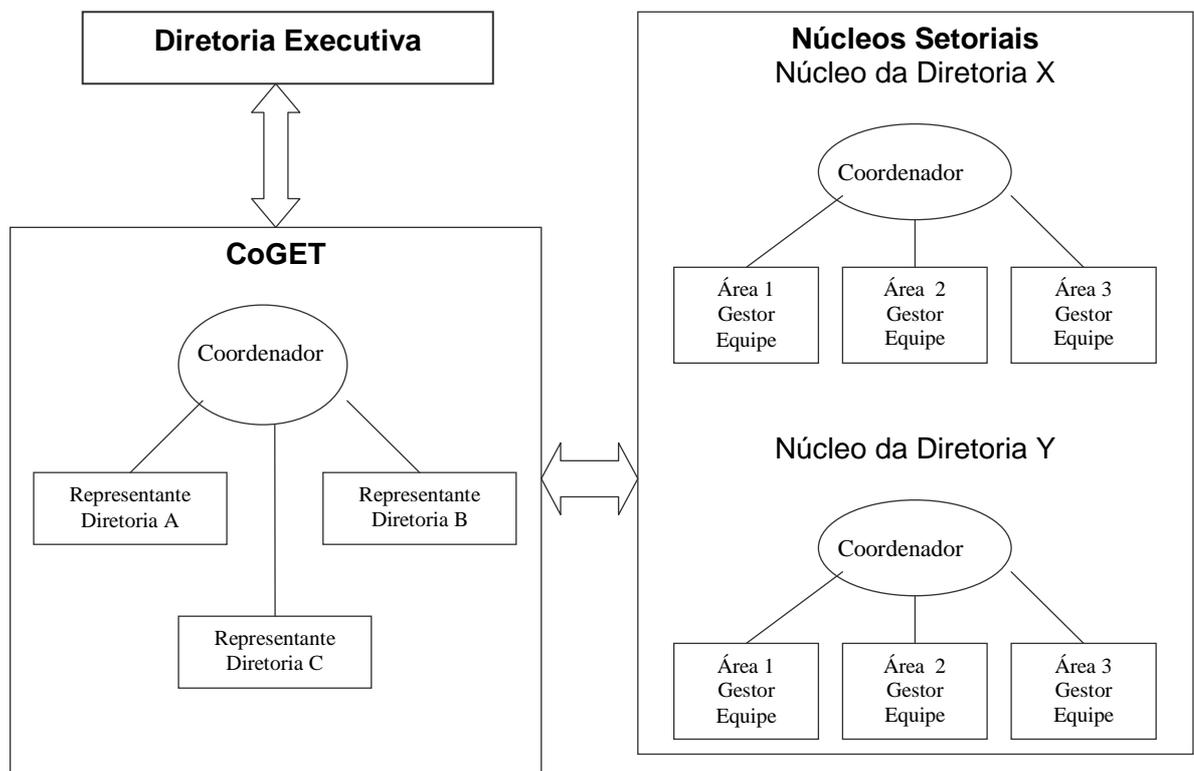


FIGURA 12: Comitê de Gestão Estratégica de Tecnologia – CoGET e núcleos setoriais.

FONTE: Interna CEMIG

Os núcleos procuram propor temas tecnológicos para pesquisa e desenvolvimento que atendam às diretrizes estratégicas de cada negócio e às demandas específicas das áreas. Porém, as diretrizes e os temas tecnológicos, parte integrante da estratégia tecnológica da corporação, são atualmente muito abrangentes e em geral suportam qualquer tipo de

projeto de P&D. Isso muitas vezes causa distanciamento entre o que é realizado em termos de projeto de P&D e o que a corporação espera como resultados desses projetos (SOARES, 2007). Exemplificando, os temas tecnológicos priorizados na geração de projetos P&D do CICLO 2006/2007 estão listados a seguir:

- Planejamento, projeto, operação e manutenção de instalações de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica.
- Eliminação, minimização e/ou mitigação de impactos ambientais associados às instalações de geração, transmissão e distribuição.
- Combate ao desperdício de energia, controle de perdas e fraudes e aumento da eficiência energética.
- Geoprocessamento aplicável às instalações do setor elétrico, bem como na previsão e alarme meteorológicos, visando a evitar, minimizar ou mitigar efeitos danosos das chuvas e das descargas atmosféricas.
- Qualidade da energia e compatibilidade de sistemas elétricos.
- Alternativas energéticas e sua inserção no sistema interligado, aí incluídos geração distribuída, energia solar, eólica e da biomassa, células a combustível, hidrogênio e biocombustíveis e tecnologias associadas a veículos elétricos.
- Gestão empresarial, da inovação e da normalização técnica aplicadas às empresas do setor elétrico.
- Seleção pessoal e patrimonial, vídeo-monitoramento, telecontrole, telecomunicações, etc., aplicáveis ao setor elétrico.

Os projetos podem ser criados interna ou externamente à corporação. As propostas recebidas pela Cemig são agrupadas nas três linhas de pesquisas. Posteriormente, esses projetos são encaminhados ao CoGET onde, com os participantes dos núcleos setoriais, realizam-se a seleção e priorização dos que vão fazer parte do programa anual de P&D.

Para incentivar a participação da indústria, que até o momento tem tido participação pouco expressiva, iniciou-se em 2005 uma parceria com a FIEMG, no sentido de coletar esse projetos a partir da Rede Tecnológica da FIEMG (RETEC), após longo trabalho de mobilização, esclarecimento e divulgação.

A escolha dos projetos é feita em função de critérios de seleção que contemplam, entre outros: alinhamento com estratégia, riscos, segurança e maior possibilidade de agregação de valor para a empresa. Os projetos selecionados são priorizados e agrupados

em um portfólio, com base na disponibilidade de recursos financeiros de cada negócio, e são anualmente encaminhados à ANEEL para aprovação. Observa-se que os projetos são priorizados e ordenados segundo critérios e interesses específicos de cada negócio.

Durante esse processo também são indicados os coordenadores da Cemig responsáveis pelos projetos selecionados, que participam da formatação final do projeto em conjunto com a instituição executora, para encaminhamento à ANEEL.

Os projetos de P&D realizados pela corporação, em geral, são executados por Universidades e centros de pesquisa, que fazem o desenvolvimento técnico, científico e elaboram as metodologias, *softwares* e protótipos. Os gerentes de projetos da Cemig são os responsáveis pela concretização dos projetos de P&D e pela internalização e disseminação dos resultados na corporação. O resultado desse processo são equipamentos protótipos, materiais, *softwares*, metodologias, procedimentos, conceitos e teorias, avaliações experimentais, projeto-piloto e capacitação.

Adicionalmente, são também considerados produtos pela ANEEL, desde que não sejam o objetivo do projeto: a construção ou reaparelhamento de laboratórios de pesquisa (somente para Universidades e instituições de pesquisa ou na Cemig); o desenvolvimento de dissertações de Mestrado e teses de Doutorado; artigos e livros.

Com o objetivo de apresentar alguns resultados obtidos com o processo de definição de temas tecnológicos, foi realizada análise dos programas de P&D em desenvolvimento na Cemig nos últimos oito anos, apresentada no GRAF. 1 e nas TAB. 2, 3, 4. Os projetos da CEMIG foram separados em três grupos específicos:

- aumento da segurança e da vida útil, otimização do desempenho, aumento da confiabilidade, redução de custos e perdas;
- harmonização sócio-ambiental;
- novas tecnologias; e implementação das alternativas energéticas.

As informações foram agrupadas por ciclo anual de projetos do programa Cemig/ANEEL.

A Cemig deve investir o montante de R\$ 117 milhões (TAB. 2) em 245 projetos novos de P&D (TAB. 3). Na TAB. 2 os 245 projetos estão desmembrados em ciclos anuais. Dessa forma, esses projetos correspondem a 466 subprojetos anuais. A duração prevista para os projetos é, em média, de 2,2 anos (no mínimo um ano e no máximo quatro).

Observa-se (TAB. 2; TAB. 4) que 62,0% dos recursos (R\$ 73 milhões) são aplicados na linha de pesquisa de melhoria operacional, 17,3% (R\$ 23 milhões) em projetos de harmonização socioambiental e 20,7% (R\$ 22 milhões) em projetos de novas tecnologias e alternativas energéticas. Os custos médios dos projetos, por ciclo anual, são de R\$ 233.000,00 para a linha melhoria operacional, R\$ 219.000,00 para os da linha ambiental e de R\$ 406.000,00 para os projetos de alternativa energética.

TABELA 2

Valores anuais dos projetos de P&D - CEMIG (valores em 10³ reais)

Ciclo Anual		1999/ 2000	2000 / 2001	2001/ 2002	2002/ 2003	2003/ 2004	2004/ 2005	2005/ 2006	2006/ 2007	TOTAL
Projeto Operacional	Valor	1.103	3.877	4.492	7.761	7.380	10.544	12.431	25.342	72.930
	Nº	6	28	26	33	32	49	55	83	312
	Média	183	138	172	235	230	215	226	288	233
Projeto Alternativa	Valor	1.656	2.865	3.243	2.780	2.743	3.064	2.217	4.186	22.745
	Nº	4	8	8	8	6	7	5	10	56
	Média	414	358	405	347	457	437	443	418	406
Projeto Ambiental	Valor	317	1.917	1.988	2.669	2.142	1.861	4.338	6.320	21.552
	Nº	3	10	12	14	14	9	15	21	98
	Média	105	191	165	190	153	206	289	300	219
TOTAL	Valor	3.076	8.659	9.723	13.210	12.265	15.469	18.986	35.848	117.227
	Nº	13	46	46	55	52	65	75	114	466
	Média	236	188	211	240	235	237	314	331	251

FONTE: Elaboração própria (banco de dados da CEMIG)

Os recursos para P&D são crescentes, iniciando em três milhões no ciclo 1999/2000 e chegando a R\$ 35 milhões no ciclo 2006/2007. A tendência é de que esses valores sejam crescentes com o tempo, pois se trata de um percentual da receita operacional da organização, que deve dobrar nos próximos 25 anos, conforme estabelecido no planejamento estratégico da Cemig.

O GRÁF. 1 mostra que os valores médios dos projetos, por ciclo anual, mantiveram-se constantes ao longo do tempo. Os valores aplicados nos projetos de alternativa são

praticamente o dobro das outras linhas. São projetos que envolvem novas tecnologias, alto risco e, por conseguinte, maior possibilidade de agregação de valor.

Verifica-se na TAB. 3 que o número de projetos tem aumentado muito desde o início do programa. No ciclo de 1999/2000 eram 13 projetos em execução e no ciclo 2006/2007 foram 59 novos projetos. Observa-se que foram incorporados ao programa, em média, 30 novos projetos por ano.

TABELA 3
Número de projetos do programa Cemig/ANEEL

Ciclo Projeto	1999/ 2000	2000/ 2001	2001/ 2002	2002/ 2003	2003/ 2004	2004/ 2005	2005/ 2006	2006/ 2007	TOT	MÉDIA
Continuação (**)	0	8	36	27	27	35	33	55	221	27,6
Novo (*)	13	38	10	28	25	30	42	59	245	30,6
Total	13	46	46	55	52	65	75	114	466	58,3

* Projeto novo: trata-se do primeiro ciclo do projeto (primeiro ano).

** Projeto em continuação: trata-se do ciclo subsequente do projeto (exemplo, no ciclo 2000/2001, eram 46 projetos em andamento, sendo que 38 no seu primeiro ano de execução (novos) e oito no segundo ano de execução (continuação do ciclo 1999/2000)). Um projeto de três anos de duração é realizado em três ciclos.

FONTE Elaboração própria (banco de dados da CEMIG)

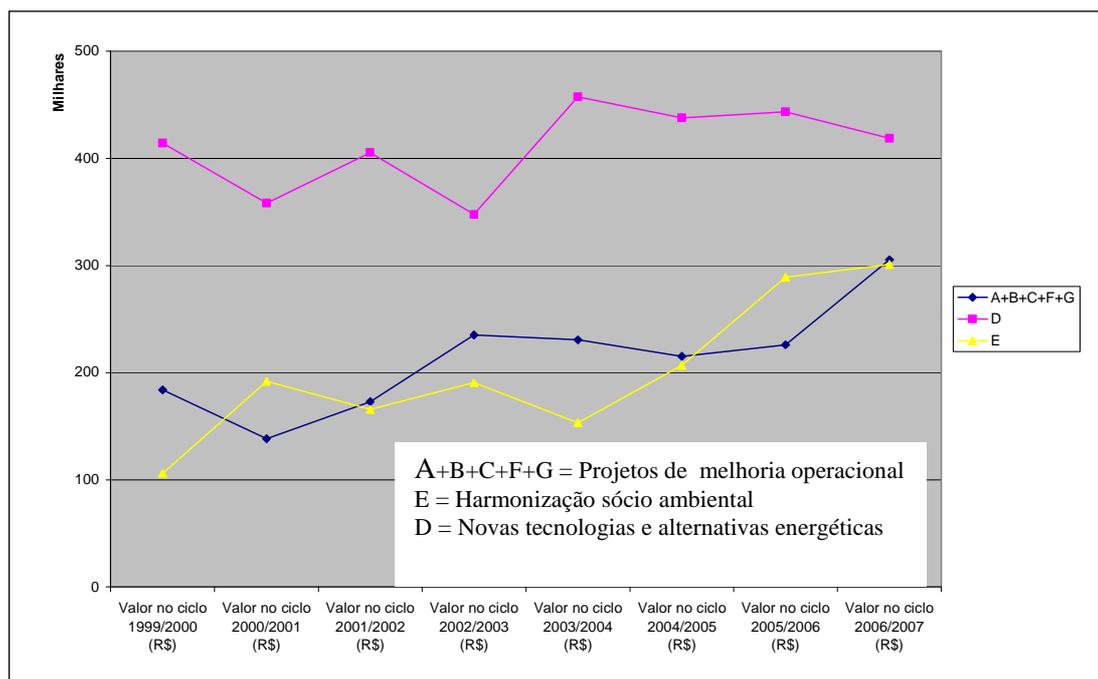


GRÁFICO 1: Evolução dos custos médios anuais por projeto de P&D CEMIG/ANEEL.

FONTE: Elaboração própria (banco de dados da CEMIG)

A TAB. 4 apresenta a comparação entre projetos planejados na Fase 1, época do PDTI, e atualmente em realização na Fase 3. Constata-se que, com a utilização da metodologia atual, manteve-se aproximadamente o perfil de distribuição dos projetos por linhas de pesquisa.

TABELA 4

Porcentagem de recursos aplicados nas diferentes linhas de pesquisa

Linhas de Pesquisa	PDTI (%)	ATUAL (%)
Melhoria Operacional - aumento da segurança e da vida útil, otimização do desempenho, aumento da confiabilidade e redução de custos e perdas.	64,5	62,0
Harmonização socioambiental.	7,2	17,3
Novas tecnologias e implementação das alternativas energéticas.	28,3	20,7

FONTE: Elaboração própria (banco de dados da CEMIG)

QUADRO 13
Resultados dos projetos de P&D Cemig

Resultados Projetos P&D		Ciclos						Total	Patente
		99_00	00_01	01_02	02_03	03_04	04_05		
Laboratório	Próprio	2	5	0	2	5	4	18	
	Terceiros	10	20	4	13	14	14	75	
Produtos	Invento	9	5	0	5	6	8	33	3
	Modelo de Utilidade	2	8	0	5	6	4	20	2
	Desenho Industrial	0	0	0	0	0	0	0	
	Materiais	4	0	0	2	1	0	7	
	Metodologias	15	33	6	42	22	24	142	
	Softwares	6	8	4	12	12	26	68	
	Conceitos ou Teorias	6	8	2	7	6	5	34	
Teses	Mestrado	21	51	8	40	26	36	182	
	Doutorado	5	30	2	5	12	12	66	
Artigos	Nacionais	38	85	9	54	23	17	226	
	Internacionais	27	22	3	23	9	10	94	
Livros	Livros	0	7	0	2	1	1	11	

FONTE: Elaboração própria (banco de dados da CEMIG)

O QUADRO 13 mostra os resultados esperados para todos os 144 projetos previstos até o ciclo 2004/2005, tanto os em andamento, mas com resultados identificados, como os 82 finalizados. A pesquisa de resultados dos projetos de P&D, dos ciclos 2005/2006 e 2006/2007, não foram incluídas no QUADRO 3, pois não estavam disponíveis quando da elaboração dessa dissertação.

Foram solicitados cinco pedidos de patentes, pois a maioria dos projetos ainda continua em desenvolvimento. Foram desenvolvidos 53 equipamentos e modelos de utilidade, 68 sistemas computacionais, além de 142 processos, metodologias e procedimentos, aplicados principalmente para resolver questões operacionais específicas da CEMIG. Observa-se que os resultados obtidos indicam que os projetos de P&D contribuíram fortemente na capacitação das entidades executoras, tanto na formação de recursos humano (mestrado e doutorado) como na estruturação de laboratórios.

A gestão desses projetos demanda complexo trabalho para contratação, coordenação das Universidades e centros de pesquisa, gestão do cronograma físico e financeiro, medição para pagamento, relatórios trimestrais de acompanhamento e internalização da tecnologia e atendimento das demandas do órgão regulador – ANEEL.

4.6 Evolução do processo de definição de temas tecnológicos na Cemig

A Cemig implantou na Fase 1, no período de 1995 a 1997 (FIG. 13), um processo de identificação dos projetos de P&D em desenvolvimento, nas áreas técnicas da empresa, de forma a compor o Programa de Desenvolvimento Tecnológico Industrial (PDTI). Nessa fase foram identificados somente os projetos de P&D previstos e em desenvolvimento, sem utilização de metodologia estruturada de gestão tecnológica e sem definição prévia dos temas de pesquisa. A vantagem dessa fase foi a explicitação dos projetos de P&D para toda a corporação, tarefa que facilitou a incorporação de transferência interna do conhecimento obtido com esses projetos e evitou duplicação de esforços de P&D. A desvantagem de desenvolver projetos de P&D sem uma gestão estratégica é que cada área realizava projetos sem direcionamento estratégico claro, visando ao aumento de competitividade e agregação de valor para os processos produtivos.

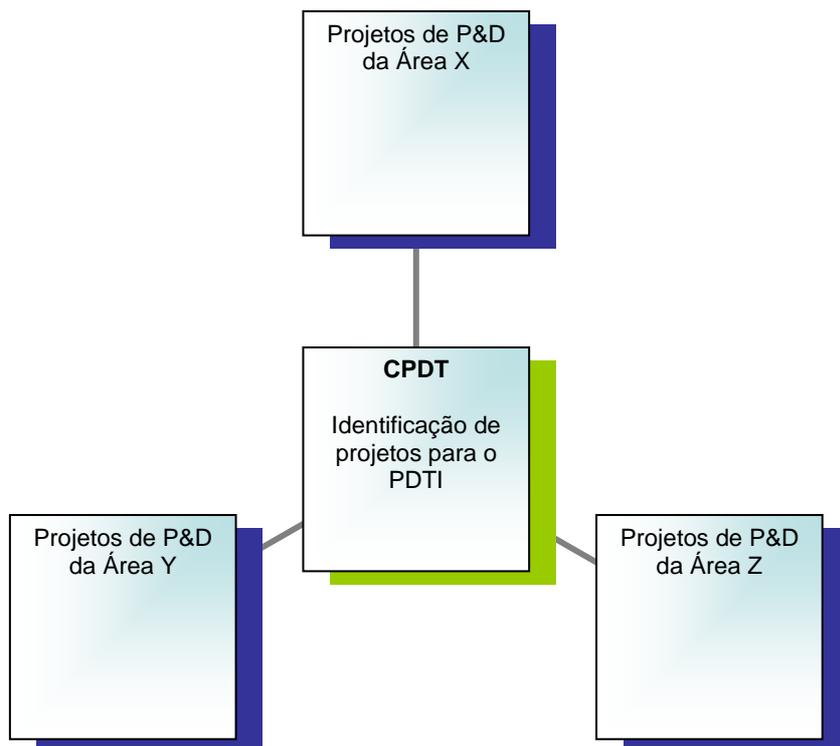


FIGURA 13: Fase 1 - Identificação de projetos para o PDTI.

FONTE: Elaboração própria

Na Fase 2 (FIG. 14) a empresa implantou um processo de auditoria tecnológica coerente com a metodologia estratégica de tecnologia apresentada por Vasconcellos (1992) como parte do processo para desenvolver um plano estratégico tecnológico que incorporava muitos dos elementos necessários, citados no referencial teórico, para a definição de temas de P&D e da inovação, tais como sintonia entre estratégia tecnológica e estratégia empresarial, ameaças e oportunidades tecnológicas, oportunidades mercadológicas, fatores de competitividade mercadológica, capacitação tecnológica em relação aos concorrentes, análise das competências organizacionais e individuais para desenvolvimento dos projetos de P&D.

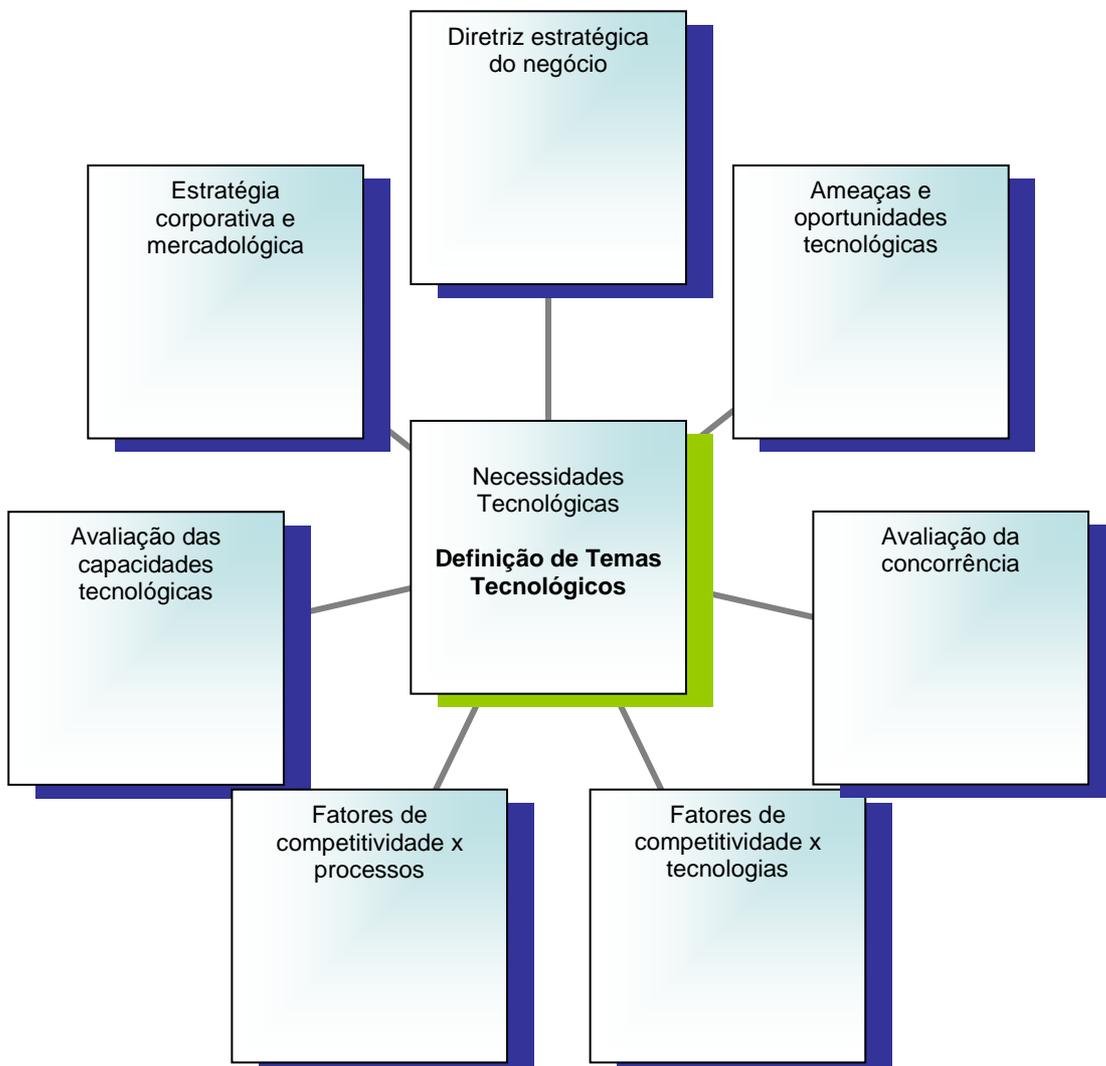


FIGURA 14: Fase 2 - Necessidades tecnológicas.

Fonte: Elaboração própria.

Nessa fase, que durou de 1998 á 1999, os temas tecnológicos eram propostos pelas forças-tarefa de gestão de tecnologia, com base nas necessidades tecnológicas reveladas após processo de auditoria tecnológica. Esses temas eram consolidados e validados pelo Comitê de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico (CPDT) e encaminhados para aprovação da diretoria executiva e depois para coleta e seleção de projetos junto às áreas operacionais, para montagem e elaboração do Plano Diretor de Tecnologia.

A vantagem dessa fase foi a criação da estrutura de gestão tecnológica e conscientização da organização para a necessidade do estabelecimento de políticas tecnológicas voltada para resultados. Durante essa etapa houve reestruturações internas na corporação, implantação do programa Cemig/ANEEL de P&D e mudanças profundas no setor elétrico que afetaram o processo recém-implantado. Observa-se que as reestruturações e mudanças que ocorreram na organização contribuíram para as adaptações e simplificações na metodologia de gestão de tecnologia (GET), causando o afastamento da metodologia inicialmente implantada na Fase 2, principalmente nas questões referentes à auditoria tecnológica, com vistas ao aumento da competitividade dos processos produtivos da cadeia de valor.

Na Fase 3, iniciada a partir de 2000 (FIG. 15), observa-se que foram realizadas adaptações e simplificações na metodologia de gestão estratégica de tecnologia implantada na Fase 2. Houve afastamento da metodologia inicialmente adotada, principalmente no que diz respeito a trabalhar de forma sistematizada as questões referentes a ameaças e oportunidades tecnológicas, oportunidades mercadológicas, fatores de competitividade mercadológica, capacitação tecnológica em relação aos concorrentes, análise das competências organizacionais e individuais para desenvolvimento dos projetos de P&D, análises de competitividade, avaliações das competências internas e prospecção tecnológica.

Os temas tecnológicos nessa fase são propostos pelos núcleos setoriais, com base nas diretrizes estratégicas de cada negócio, das demandas das diretorias, da ambiência externa e das necessidades tecnológicas das áreas. Depois de consolidados e validados pelo Comitê de Gestão Estratégica de Tecnologia (CoGET), são encaminhados para aprovação da diretoria executiva.

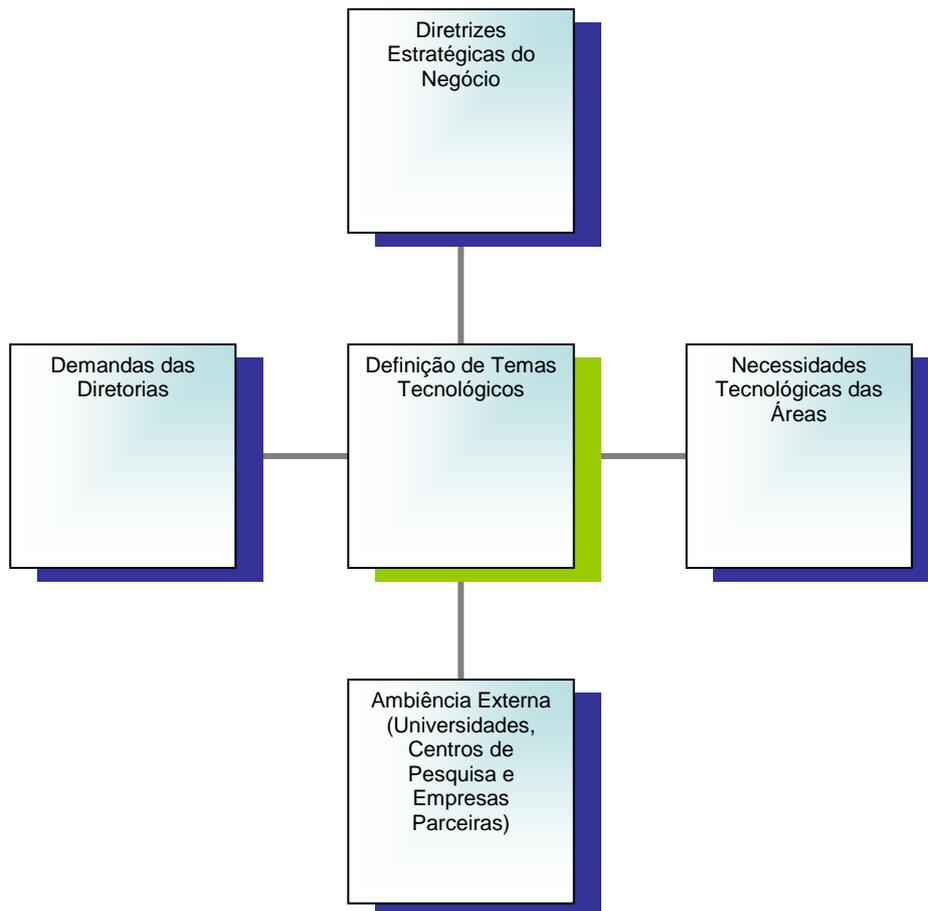


FIGURA 15: Fase 3 - Definição dos temas tecnológicos.

FONTE: Elaboração própria.

A principal vantagem é que cada negócio realizou adaptações na metodologia de gestão tecnológica de forma a atender melhor à sua necessidade, simplificando o processo e conseguindo atender às demandas da ANEEL no prazo estipulado. A desvantagem é que as etapas do processo de gestão tecnológica não são realizadas de forma sistemática e estruturadas.

4.7 Análise do processo de definição de temas tecnológicos da Cemig

Existe um processo de definição de temas tecnológicos implantado na Cemig, mas é necessário otimizar alguns dos procedimentos apresentados no Quadro 4, principalmente referente a uma melhor sintonia da estratégia empresarial com a estratégia tecnológica, sistematização das análises de competitividade, análise da cadeia de valor dos processos produtivos, da identificação das competências essenciais, da identificação de tecnologias

de maior impacto na cadeia de valor, bem como das análises das oportunidades possíveis de serem geradas pelos avanços científicos e tecnológicos no longo prazo (prospecção tecnológica e análise de ciclo de vida do produto). A definição de temas para pesquisa, desenvolvimento e inovação tem se mostrado um dos limitadores do processo gestão de tecnologia na Cemig, conforme identificado por Soares (2007), pelo coordenador do CoGET e pela diretoria executiva. Com base no referencial teórico, são sugeridos alguns procedimentos para aperfeiçoamento do processo de definição de temas tecnológicos da CEMIG, sistematizados na FIG. 16.

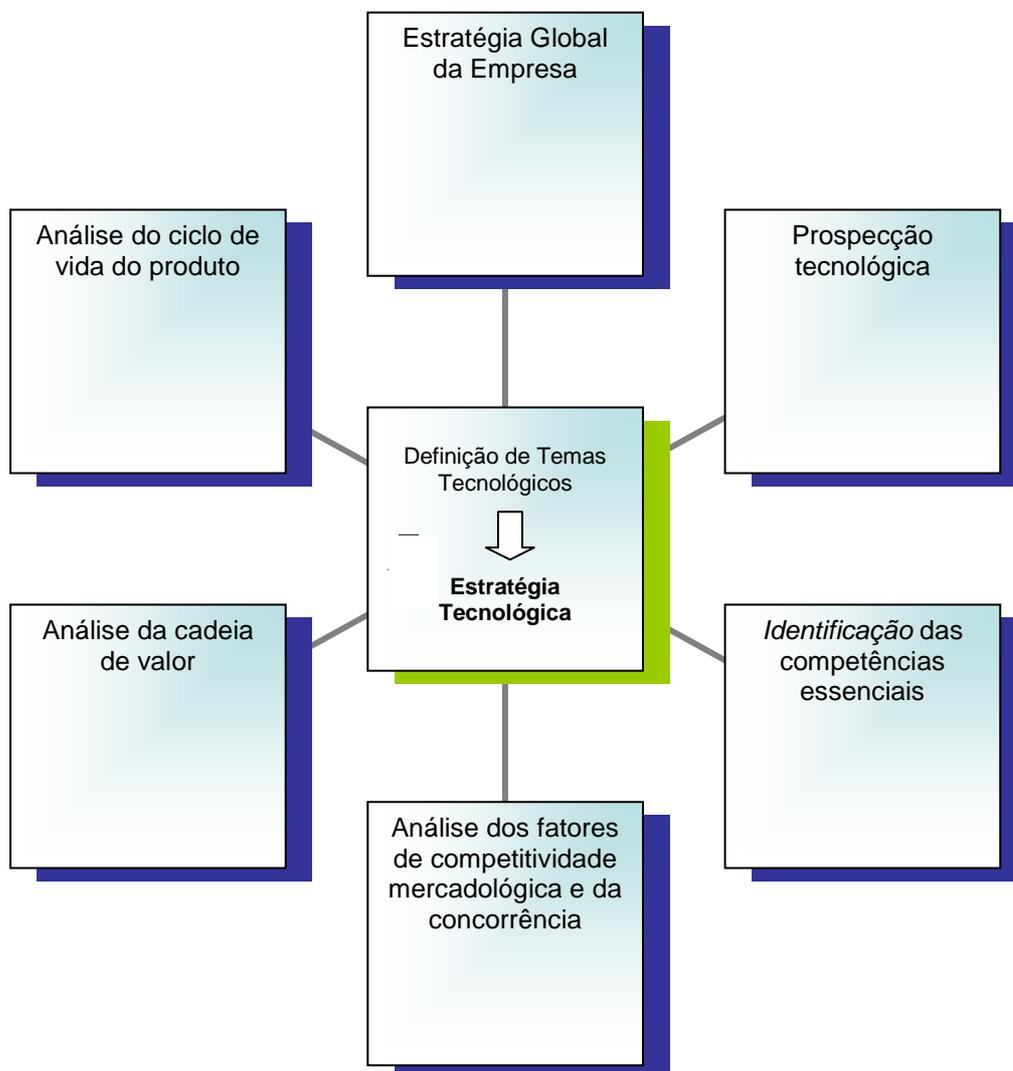


FIGURA 16: Procedimentos para aperfeiçoamento do processo de definição dos temas tecnológicos.
 FONTE: Elaboração própria.

- **Sintonia com a estratégia global da empresa**

Inicialmente, para que ocorra essa evolução da gestão do processo de inovação, é necessário tratar a estratégia como um processo de formulação e desenvolvimento do pensamento estratégico. Portanto, é necessária a participação efetiva dos empregados no processo estratégico de forma a construir visões compartilhadas sobre o futuro.

Um ponto observado na Cemig é que as diretrizes estratégicas são muito amplas e em geral suportam temas tecnológicos genéricos, o que muitas vezes causa distanciamento entre o que é realizado em termos de projetos de P&D e o que a corporação espera como resultados desses projetos. Segundo o coordenador do CoGET e Superintendente de Tecnologia e Alternativas energéticas – TE, o processo de definição de temas tecnológicos para P&D e inovação está direcionado para atender às questões operacionais, sem focalizar projetos que possam causar mais agregação de valor. Além disso, são apontados como problemas a subjetividade do processo e a abrangência dos temas, que não têm contribuído para avanços tecnológicos importantes. O superintendente de Tecnologia e Alternativas Energéticas – TE acrescenta: “Hoje nós temos estratégias, ou melhor, diretrizes estratégicas voltadas para a operação dos negócios e delas derivam os projetos de P&D e não estratégias tecnológicas focadas na evolução da tecnologia”.

Soares (2007) ressalta que a organização mostra preocupação em manter alinhados os projetos de P&D às diretrizes estratégicas, porém, devido à abrangência dessas diretrizes, os projetos propostos podem não estar atendendo ao desejado.

Com base nessas considerações, é interessante para a Cemig incentivar a maior participação dos empregados nas formulações estratégicas, focalizar em temas tecnológicos com mais possibilidade de agregação de valor, desenvolver uma cultura de maior exposição a riscos e explicitar o posicionamento competitivo para cada unidade de negócio (excelência operacional, produtos inovadores ou orientação para o cliente).

- **Análise de competitividade mercadológica e da concorrência**

O processo de inovação deve estar sintonizado com a estratégia de negócio da organização, estabelecendo-se depois das avaliações das competitividades mercadológicas, análises realizadas com base no modelo SWOT, e o de vantagem competitiva de Porter, principalmente quando se faz análise de mercado e da concorrência. Segundo o

coordenador do CoGET e superintendente de Tecnologia e Alternativas Energéticas – TE, “ainda estamos engatinhando na análise de ameaças e oportunidades”.

Com base nessas considerações, seria importante para a Cemig realizar análise das necessidades mercadológicas e identificação de como a Cemig se encontra em relação aos competidores e o levantamento dos distanciamentos tecnológicos (Gap) da Cemig com as melhores práticas (*benchmarking*).

- **Análise da cadeia de valor**

A metodologia atualmente utilizada não contempla a análise das cadeias de valor e a identificação das tecnologias com maior capacidade de agregação de valor, portanto, é necessária a análise de cadeia de valor dos processos de forma ao melhor entendimento da possibilidade de implementar a estratégia em nível de negócios, conforme Porter (1990).

Segundo a diretoria executiva, a organização pretende continuar a evolução da gestão estratégica, consolidar a cultura de obtenção de resultados sustentáveis com a utilização dos projetos de agregação de valor e realizar aprimoramento tecnológico e implementação de novas ações de melhoria de processos, com redução adicional de custos e maximização de ganhos de eficiência em relação aos limites regulatórios.

Seria importante identificar o distanciamento tecnológico das principais tecnologias relacionadas à cadeia de valor dos negócios, medindo-se o distanciamento entre as melhores práticas do setor energético nacional e também as melhores práticas mundiais.

- **Análise do ciclo de vida do produto**

O ciclo de vida dos produtos é também uma das mais importantes forças que afetam a competitividade das organizações, em face das dificuldades das empresas para responder às discontinuidades tecnológicas. A mudança para uma nova tecnologia muitas vezes requer mudanças profundas na empresa, que muitas vezes são de difícil implementação, pois podem afetar ou excluir processos produtivos inteiros. Atualmente esse tipo de análise não é realizado na Cemig de forma sistematizada. Sugere-se o levantamento da maturidade tecnológica (esforço *versus* performance), para algumas das tecnologias aplicadas na elaboração e no desenvolvimento dos produtos e serviços fornecidos aos clientes.

- **Prospecção tecnológica**

Como a capacidade de realização de prospecção tecnológica é um importante elemento de integração de tecnologia com estratégia, devem-se realizar análises prospectivas das tecnologias que compõem as cadeias de valor, levando-se em consideração diferentes cenários. A empresa deve desenvolver visão de futuro prospectiva para sua cadeia de valor e também, de forma mais ampla, para a cadeia de valor dos fornecedores e clientes, pois a capacidade e a competência na prospecção, tanto do mercado como das tendências tecnológicas, tornam-se fatores críticos de sucesso.

Atualmente, a prospecção tecnológica não é praticada de forma sistematizada na Cemig. Conforme relato do coordenador do CoGET e superintendente de Tecnologia e Alternativas Energéticas – TE: “Eu não acredito que a Cemig faça de forma sistematizada e sistêmica a identificação de pontos fracos e pontos fortes, as ameaças e oportunidades a partir de uma prospecção tecnológica de acordo com a metodologia”.

- **Identificação das competências essenciais**

De acordo com o coordenador do CoGET e Superintendente de Tecnologia e Alternativas Energéticas – TE, a Cemig tem se comprometido e esforçado com a capacitação e treinamento de longo prazo do seu pessoal tanto técnico quanto gerencial através de vários programas empresariais.

Dentro do programa de P&D, devido à condição setorial, a capacitação das pessoas é realizada de forma desvinculada do processo estruturado da organização. Mesmo assim, pode-se observar que o programa de P&D tem contribuído fortemente para a capacitação dos especialistas envolvidos.

Porém é desejável um sistema de gestão de tecnologia e inovação integrados e alinhados com as competências essenciais, aquelas que diferem a organização do concorrentes, para permitir a formulação de estratégia passíveis de serem operacionalizadas e sustentadas pelos recursos internos da organização. Para isso torna-se importante a identificação das competências essenciais da Cemig, relacionado com a infraestrutura, recursos financeiros, sistema administrativo, logística, sistemas tecnológicos, cultura organizacional e recursos humanos adequados para o processo de inovação e de novos negócios.

5 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo procurou-se identificar e analisar como uma concessionária de energia elétrica define temas tecnológicos para P&D e inovação. O estudo de caso Cemig permitiu acompanhar como o processo se desenvolve no mundo real, mostrando que a realidade exige constante adaptação, tanto causada pela forças externas (principalmente novas regulamentações no caso da Cemig), como internas, quando reestruturações e novos enfoques estratégicos causam impacto nos resultados planejados. Portanto, são necessárias avaliações constantes do processo de gestão tecnológica para verificar se os resultados obtidos estão agregando o valor desejado para a organização.

A literatura examinada na dissertação mostra que o processo de formulação de estratégia trata-se de processo dinâmico, que envolve diferentes atores, configurando-se como num processo contínuo de aprendizado organizacional. E nesse processo, para se obter sintonia entre a estratégia global e a tecnológica, é necessário que ambas estejam coerentes e integradas com a estratégia competitiva empresarial. Para isso torna-se necessário do desenvolvimento de um ambiente organizacional propício à inovação, onde essa seja parte da estratégia empresarial. Devem-se também adequar as estruturas internas de forma que essas sejam mais flexíveis, definir recursos de P&D compatíveis com a estratégia adotada e incentivar internamente uma cultura de assumir riscos.

Com base no referencial teórico foram identificados procedimentos visando otimizar o processo de definição de temas tecnológicos, através da busca de sintonia da estratégia tecnológica com a estratégia global da organização, da prospecção tecnológica, da análise de cadeia de valor, da análise de ciclo de vida, da identificação de competências essenciais e da análise dos fatores de competitividade, abordados como ferramentas úteis para se lidar, principalmente, com os desafios tecnológicos das empresas do setor energia elétrica.

A definição de temas tecnológicos direciona a organização para o futuro, tarefa que exige amadurecimento das relações empresariais, nova postura gerencial, maneira diferente de analisar as oportunidades e ameaças. É a procura diária por sinais no horizonte que possam afetar o processo de agregação de valor da organização. É também trabalhar para fornecer produtos de qualidade a preços competitivos, surpreender o mercado com produtos inovadores, atender às necessidades dos clientes e colaboradores, trabalhar para desvendar novos nichos de mercado e aumentar os lucros da organização.

A análise realizada na Cemig indica a necessidade de se adequar o sistema de gestão de tecnologia de forma a se obter resultados empresariais mais significativos. Para isso, torna-se fundamental o aperfeiçoamento dos procedimentos para definição de temas tecnológicos para P&D e inovação, visando à melhoria do gerenciamento dos recursos de P&D, que são bastante expressivos na Cemig, como em todo o setor. A empresa deve ainda focar-se em poucos temas tecnológicos estratégicos, de forma a evitar pulverizar os recursos em projetos de baixa capacidade de agregação de valor.

5.1 Aspectos relevantes da pesquisa

Com este trabalho foi possível fazer um resgate histórico da evolução do processo de definição de temas tecnológicos na Cemig e avaliar os projetos do programa Cemig/ANEEL, do ciclo 1999/2000 ao ciclo 2006/2007.

A Cemig, como uma das líderes do setor elétrico brasileiro, sempre realizou projetos de P&D e adequações tecnológicas em suas instalações, equipamentos e sistemas. Esses trabalhos, na sua maioria enquadrados como de engenharia rotineira, eram realizados pelas diferentes áreas, de forma hermética, sem envolvimento e muitas vezes sem o conhecimento das outras áreas. Dessa forma, o resultado tecnológico ficava restrito à área executora do projeto. E mesmo com essas limitações a Cemig estabeleceu a grande maioria dos padrões tecnológicos do setor elétrico nacional.

Com o surgimento do Programa de Desenvolvimento Tecnológico Industrial (PDTI), em 1995 a empresa iniciou processo de identificação dos projetos de P&D planejados em desenvolvimento no horizonte de cinco anos (Fase 1). O grande motivador para organizar os projetos no PDTI, na época, foi a obtenção de benefícios fiscais, principalmente redução do imposto de renda com os gastos dos projetos de P&D, e isenção do imposto sobre produtos industrializados para os equipamentos adquiridos para os projetos. A empresa iniciou, então, a primeira fase, no que se refere à gestão de tecnologia, pois já havia o Comitê de Pesquisa, Desenvolvimento e Tecnologia (CPDT). O maior benefício foi que toda a empresa passou a conhecer quais eram os projetos de P&D em desenvolvimento e, assim, aproveitar melhor os seus resultados.

Com a experiência do PDTI, ficou latente a importância de uma estrutura permanente para fazer a gestão dos projetos de P&D e inovação. Com isso, em 1998, foi reestruturado o CPDT, que tinha sido criado em 1992 em outro contexto, e iniciou-se a implantação da gestão estratégica de tecnologia na empresa simultaneamente nas principais

áreas de negócio (Fase 2). Em função das auditorias tecnológicas realizadas, foi possível identificar temas para P&D, porém o processo de internalização dessa metodologia não foi concluído, devido às mudanças do setor elétrico nacional, que causaram forte impacto na empresa, motivando várias movimentações de pessoal e reestruturações internas. Houve mudança da diretoria e muitas pessoas capacitadas para gestão de tecnologia foram alocadas em outras atividades ou em outras áreas. Também nessa época, com o advento da Lei nº 9.991, que em 2000 determinou a obrigação de investir recursos financeiros de empresas do setor elétrico em projetos de P&D, houve necessidade de modificações e simplificações do processo de gestão tecnológica, uma vez que os gestores da Superintendência de Tecnologia, responsáveis pelo suporte metodológico à gestão tecnológica, ficaram envolvidos em atender ao programa ANEEL.

Iniciou-se então em 2000 a Fase 3. A gestão de tecnologia manteve-se focada para atender ao programa ANEEL e a definição de temas tecnológicos para P&D passou a ser tratada de forma muito genérica, o que acabou gerando projetos direcionados para questões operacionais. Os núcleos setoriais continuavam não realizando de forma sistemática a análise mercadológica da concorrência, da cadeia de valor, das competências essenciais e prospecção tecnológica, assim como do ciclo de vida dos produtos. Dessa forma se não forem realizadas essas análises de forma sistemática e estruturada, possivelmente as organizações não alcançaram bons resultados com os projetos de P&D e inovação, mesmo que tenha farto recursos para aplicar em P&D

A análise do programa Cemig/ANEEL de 2000 a 2006 revela que a empresa deve investir, até o final do ciclo 2006/2007, R\$ 117 milhões em 225 projetos de P&D, com duração média de 2,3 anos por projeto. Somente no ciclo 2006/2007 foram alocados R\$ 35 milhões para projetos de P&D, mostrando o grande volume de recursos para esses projetos.

Os projetos estão divididos em três linhas de pesquisa: 62,0% dos recursos (R\$ 73 milhões) estão sendo aplicados na linha de pesquisa de melhoria operacional, 20% (R\$ 23 milhões) em projetos de harmonização socioambiental e 20,7% (R\$ 22 milhões) em projetos de novas tecnologias e alternativas energéticas. Os custos médios dos projetos por ciclo anual são de R\$ 220.000,00 para a linha de melhoria operacional, R\$ 204.000,00 para os da linha socioambiental e de R\$ 435.000,00 para os de novas tecnologias e alternativa energética.

Constata-se que, percentualmente, o montante de recursos para melhoria operacional no programa ANEEL (62%) manteve aproximadamente o mesmo percentual do programa do PDTI (64%), indicando que não houve mudanças significativas no

porcentual aplicado em projetos da linha de melhoria operacional entre a época do PDTI (sem gestão sistemática) e o processo de gestão tecnológico atual. Por outro lado, verificou-se redução de valor da linha novas tecnologias e alternativas energéticas, que passou de 28% no programa PDTI para 20,7% no programa ANEEL. A linha harmonização socioambiental, por sua vez, passou de 7 para 20,7% no programa ANEEL, acompanhando a intensificação da preocupação pelas questões ambientais.

O custo médio anual dos projetos é similar para as linhas melhoria operacional (R\$ 220 mil) e harmonização socioambiental (R\$ 204 mil). Para a linha de nova tecnologia e alternativa energética, o custo médio anual é de R\$ 435 mil, pois os projetos de novas tecnologias são de risco mais alto e provavelmente apresentam custo de desenvolvimento elevado por estarem no início da curva de aprendizado (à medida que uma tecnologia vai tornando-se madura, mais baixos são os custos para seu desenvolvimento).

Nota-se também que o número de projetos tem aumentado muito desde o início do programa. No ciclo de 1999/2000 foram 13 projetos iniciados, no ciclo 2006/2007 foram 59 novos projetos incorporados ao programa.

Constata-se, após análise dos resultados obtidos, que prioritariamente os projetos de P&D desenvolvidos pela CEMIG estão contribuindo fortemente para a melhoria incremental dos processos operacionais e formação de competências interna e externa. Estão sendo produzidas metodologias, procedimentos, sistemas computacionais, *softwares*, capacitações (mestrado e doutorado), artigos técnicos assim como melhoria da infraestrutura para pesquisa, principalmente laboratórios em Universidades. Os projetos também têm contribuído decisivamente para avaliação experimental de tecnologias emergentes, desenvolvimento de alguns protótipos, com possibilidade de patenteamento.

Porém, os resultados obtidos com os projetos de P&D podem ser maximizados, conforme interesse expressado pela diretoria executiva. “A organização procura por projetos que permitam um salto tecnológico, tanto para os processos operativos como para inovação em produtos e serviços”. Para seja alcançado esses objetivos, a Superintendência de Tecnologia e Alternativas Energéticas, que coordena o processo internamente na empresa, está procurando focar o programa de P&D, em projetos estratégicos que possam produzir grandes resultados, em vez de pulverizar os recursos em pequenos projetos, que contribuem geralmente para melhorias incrementais.

Dessa forma, para tentar atender às demandas da organização em maximizar os resultados obtidos com o programa de P&D e inovação, procurou-se com essa dissertação, contribuir com a identificação de procedimentos a serem estruturados, para subsidiar o

processo de definição de temas tecnológicos, com possibilidade de causar maior agregação de valor aos processos produtivos. Para isso, foi realizado estudo da literatura de estratégia e gestão tecnológica, de forma que as empresas possam avaliar as oportunidades tanto para melhoria operacional quanto para introdução de inovações. Foram identificados os seguintes procedimentos para formulação da estratégia tecnológica:

- Sintonia com a estratégia global da empresa
- Identificação das competências essenciais
- Análise da cadeia de valor
- Prospecção tecnológica
- Análise do ciclo de vida do produto
- Análise dos fatores de competitividade

5.2 Contribuições e implicações da pesquisa

O trabalho apresenta subsídios embasados tanto na revisão bibliográfica como no estudo de caso, para os gestores da Cemig e das empresas do setor de energia poderem implementar processo de gestão estratégica de tecnologia e inovação, alinhados às modernas técnicas de administração. Também sugere elementos para subsidiar as possíveis mudanças no processo de gestão de tecnologia da Cemig.

5.3 Limitações e sugestões para trabalhos futuros

O estudo de caso único aborda a situação específica da Cemig e acompanha a evolução e a situação atual do processo de gestão tecnológica da corporação, principalmente no que se refere à identificação de temas tecnológicos para P&D e inovação.

Devido à relevância do assunto para a competitividade das organizações, sugere-se que sejam pesquisadas empresas de outros setores, reconhecidas como inovadoras, para identificação dos procedimentos utilizados para definição de temas tecnológicos para P&D e inovação.

REFERÊNCIAS

BARNEY, B. Jay Looking inside for competitive advantage. **The Academy of Management Executive**, Ada, Nov, 1995.

BARROS, Nelci M.. **Vigília tecnológica e Descontinuidade na Criação de Produtos: Uma proposta de Método para Prática de Prospecção**. 126f. Dissertação (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, 2000.

BETZ, Frederick. **Strategic technology management**. 22 ed., New York: McGraw-Hill, 1993.

BURGELMAN, Robert A.; CHRISTENSEN, Clayton M.; WHEELWRIGHT, Steven C. **Strategic management of technology and innovation**. 4th ed., New York: McGraw-Hill, 2004.

BRASILIANO, R. Antonio Celso. Metodologia para construção de cenários prospectivos para segurança empresarial. **Primer Congreso Latinoamericano de Seguridad**, 2003.

CARVALHO, M. André *et al.* **Gestão Estratégica de Tecnologia no negócio distribuição de energia elétrica**. ALTEC'99, Valência, Espanha, 1999.

CEMIG. Informações da CEMIG. Disponível em: www.cemig.com.br, acessado em 12 dezembro de 2007.

CGEE (Centro de Gestão e Estudos Estratégicos). **Prospecção tecnológica em energia – 2004**. Relatório final, Disponível em (www.cgee.org.br), acessado em 28 maio 2006.

COUTINHO, A. Paulo Luiz e BOMTEMPO V. José **Estratégia Tecnológica e Gestão da Inovação: Uma Estrutura Analítica para Administradores**, XXII Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica, Salvador, Bahia, 2002.

CTPETRO. **Projeto Tendências Tecnológicas**. Prospecção tecnológica: metodologia e experiências nacionais e Internacionais, Rio de Janeiro, 2003. Nota técnica 14, disponível em (www.tendencias.int.gov.br) em 28 maio 2006.

DINIZ, José Henrique *et al.* **Gestão Estratégica de Tecnologia na Companhia Energética de Minas GERAIS - CEMIG**. ALTEC'99, Valencia, Espanha, 1999.

DRUCKER, F. Peter. A disciplina da inovação. **Harvard Business Review**. Inovação e TI: desafios emergentes, edição especial, agosto de 2004.

FLEURY, L, Maria Tereza; FLEURY, Afonso. **Estratégias empresariais e formação de competências**. 3^a ed. São Paulo, Atlas, 2006.

HAMEL, Gary; PRAHALAD, C.K. **Competindo pelo futuro: estratégias inovadoras para obter o controle do seu setor e criar os mercados de amanhã**. Rio de Janeiro: Campus, 1995.

JOHNSTON, Ron. Experiências nacionais de estudos prospectivos: reflexões da Austrália. Seminário Internacional sobre Estudos Prospectivos em Ciência e Tecnologia. **Anais...** Brasília, 2000.

KIM, W.Chan; MAUBORGNE, Renée. A estratégia do oceano azul: como criar novos mercados e tornar a concorrência irrelevante. 16.ed. Rio de Janeiro, Elsevier, 2005.

LEITE, L. Fernando. **Inovação**: o combustível do futuro. Rio de Janeiro, Qualitymark, 2005.

MARCIAL, Elaine; GRUMBACH, Raul J. S. **Cenários prospectivos**: como construir um futuro melhor. Rio de Janeiro: FGV, 2004.

MARIOTTO, Fábio Luiz. Mobilizando Estratégias emergentes. *In*: BERTERO, Carlos Osmar. **Gestão Empresarial**. São Paulo: Atlas, 2006. Cap.2, p.35-61.

MINTZBERG, Henry; AHLSTRAND, Bruce; LAMPEL, Joseph. **Safári de estratégia: um roteiro pela selva do planejamento estratégico**. Porto Alegre, Bookman, 2000.

NETTO, L. Roberto. **Empresa rica, empresa pobre**: o sucesso está na estratégia. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

PORTER, E, Michael. **Vantagem competitiva**. Rio de Janeiro, Campus, 1990.

SOARES, Frederico B. R. **Análise do processo de gerenciamento de portfólio de projetos de pesquisa e desenvolvimento (P&D)**: caso Cemig. 106f. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

TIDD, J.; BESSANT, J.; PAVITT, K. **Managing innovation**: integrating technological, market and organizational change. 3rd ed. John Wiley & Sons, Ltd, England, 2005.

VASCONCELLOS, Eduardo. Gerenciamento da Tecnologia: Um Instrumento para a Competitividade Empresarial". (1992). Editora Edgard Blücher Ltda, Brasil.

VASCONCELLOS, Eduardo. (coordenação) **Gerenciamento da Tecnologia**: um Instrumento para a competitividade empresarial. 2º ed. São Paulo, Edgard Blucher Ltda, 1999.

YIN, Robert K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ZACKIEWICZ, Mauro; FERREIRA, Claudenicio R.; BONACELLI, Maria B.M. Prospecção tecnológica e priorização de atividades de CT&I: discussão, metodologia a partir do caso da área de saúde, XXII Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica. **Anais...** Salvador, 2002.

ZACKIEWICZ, Mauro; SALLES-FILHO, Sérgio. Technological foresight: um instrumento para política científica e tecnológica. *Revista Parcerias Estratégicas*, n.10, março, 2001.