

Implantação do modelo de gestão estratégica da tecnologia: dos princípios à ação

O modelo foi implantado em uma empresa brasileira de energia – a Petrobras, mais especificamente no âmbito de seu Sistema Tecnológico, composto pelos órgãos que atuam na pesquisa, desenvolvimento, aperfeiçoamento, adaptação e aplicação de tecnologias nas atividades-fim da Empresa.

A estratégia de implantação foi desenvolvida tanto na dimensão organizacional do Sistema Tecnológico Petrobras, promovendo-se a articulação gradual das partes com o todo, quanto na ‘dimensão do processo de planejamento tecnológico’, mais especificamente o processo de formulação das estratégias tecnológicas de seus segmentos de negócio. Foi necessário iniciar-se a implantação no nível normativo, discutindo-se questões de valores para as partes interessadas externas, a organização e seus membros, buscando-se responder como a visão de sustentabilidade corporativa poderia ser incorporada e refletida no processo de formulação das estratégias tecnológicas das áreas de negócio da Empresa e, conseqüentemente, no gerenciamento das carteiras de P&D e na gestão da inovação tecnológica, como um todo, até a fase de ampla disseminação das novas tecnologias.

Frente à alta complexidade do problema, tanto técnica quanto social, optou-se por implantar o modelo segundo as abordagens não-sinópticas de planejamento, particularmente a metodologia de Planejamento Inovador proposta por Melo no início dos anos 90, descrita na seção 3.2. A adoção dessa metodologia permitiu que se operassem mudanças incrementais com as implicações radicais desejadas especificamente no processo de formulação das estratégias tecnológicas das três áreas de negócio da Empresa, como descrito nas seções seguintes deste Capítulo. Foi possível, como desejado, que se estabelecesse um direcionamento geral de desenvolvimento tecnológico sustentável, dando-se coerência às ações empreendidas e estabelecendo-se critérios para avaliação dessas ações.

A implantação do modelo, segundo a metodologia de Planejamento Inovador, desenvolveu-se por meio de um projeto de pesquisa-ação, que propiciou

a antecipação e implementação de importantes mudanças técnicas, sociais e gerenciais, capacitando o Sistema Tecnológico Petrobras a gerar soluções tecnológicas inovadoras que impulsionarão negócios mais sustentáveis, e, conseqüentemente, oferecendo à Empresa novas opções de criação de valor para as partes legitimamente interessadas em sua sustentabilidade econômica, social e ambiental. Descreve-se nas seções seguintes toda a experiência de implantação do modelo, conduzida por meio do referido projeto.

Antes, porém, faz-se necessário apresentar o ambiente organizacional no qual o modelo foi desenvolvido e implantado. Do contexto externo, destacam-se os principais desafios que a indústria de energia, no mundo e no Brasil, continuará enfrentando nas próximas décadas, bem como alternativas viáveis para o período de transição visando ao desenvolvimento sustentável no setor de energia.

Quanto ao contexto interno, apresenta-se o perfil da Petrobras e seu direcionamento estratégico como empresa brasileira de energia com atuação internacional, ressaltando-se seu compromisso com crescimento, rentabilidade e responsabilidade social e ambiental. Na seqüência, descreve-se o Sistema Tecnológico Petrobras e busca-se mostrar como foi o aprendizado da Empresa em gestão tecnológica, cobrindo-se o período de 1970-2002, para depois, na Seção 6.2, descrever o salto qualitativo em aprendizagem desse Sistema na busca do modo sustentável de gerenciar estrategicamente a tecnologia. Essa descrição compreende os cinco experimentos da presente pesquisa, conduzidos no período 2003-2005.

Importante mencionar que, pela necessidade de se discutir profundamente questões estratégicas como atuação como empresa de energia e internacionalização, os ciclos mais recentes de planejamento estratégico corporativo passaram a adotar abordagens de planejamento estratégico não experimentadas até então pela Empresa. Uma nova concepção metodológica foi incorporada à base de conhecimento organizacional: a adoção de abordagens de planejamento adaptativo que impulsionaria a Petrobras para as mudanças pretendidas, a partir da identificação de nódulos de transformação que possibilitariam a disseminação gradual da mudança por toda a Empresa (Melo, 1987). Por outro lado, o trágico acidente da Baía de Guanabara levou a Empresa a redesenhar seu processo de gestão ambiental e enfatizar na revisão do Plano Estratégico, em 2000, questões cruciais de responsabilidade social. Foi nesse ano

que a Empresa passou a considerar pela primeira vez como foco de desempenho global a responsabilidade social, ao lado dos focos já consagrados - crescimento e rentabilidade. Também em 2000, introduzia-se em todas as unidades da Empresa a metodologia *Balanced Scorecard* (Kaplan e Norton, 1997), propiciando-se a geração dos mapas estratégicos de cada unidade em quatro dimensões: financeira; mercado; processos internos e crescimento e aprendizagem.

Na visão de aprendizagem organizacional, é importante destacar que os ciclos duplos de aprendizado da Petrobras em gestão ambiental e segurança operacional, a partir dos acidentes da Baía de Guanabara em 2000 e da plataforma P-36 em 2001, reforçaram para a Empresa a necessidade de redesenhar seus processos de planejamento estratégico e de gestão ambiental, conferindo a ambos grande ênfase no nível normativo. Sem dúvida, esses foram marcos institucionais que constituem um pano de fundo para as discussões sobre a conscientização das unidades do Sistema Tecnológico Petrobras quanto ao papel das novas tecnologias e da capacidade de inovar da Empresa para o alcance da sustentabilidade.

6.1

A Empresa e seu Sistema Tecnológico: contexto organizacional

A Petróleo Brasileiro S.A. – Petrobras – é uma empresa de capital misto, que atua como empresa integrada de energia e que opera no mercado doméstico e em outros dez países. Atua nos segmentos de exploração, desenvolvimento, produção, refino, transporte e comercialização de petróleo e de seus derivados, sendo a maior corporação do Brasil e o terceiro maior conglomerado industrial da América Latina, com base nos resultados consolidados de 2003.

Criada em 1953, a Petrobras subiu em 2005 uma posição no *ranking* das maiores empresas de petróleo do mundo, passando da 15ª para a 14ª colocação segundo *ranking* elaborado pela *Petroleum Intelligence Weekly* (PIW), publicação especializada no setor de petróleo (Petrobras, 2005). Considerando apenas as empresas de capital aberto (com ações negociadas em bolsas de valores), a Empresa sobe para a oitava colocação no *ranking em* relação ao ano de 2004. O levantamento da PIW aponta as 50 maiores e mais importantes empresas do setor, após a análise das informações de 130 companhias referentes ao ano das companhias no ano de 2004.

A PIW considera seis critérios distintos da atuação das empresas. A comercialização de produtos e a capacidade de refino renderam à estatal brasileira as melhores colocações (7ª e 11ª, respectivamente). Na produção de petróleo, a Petrobras ficou em 16º lugar, considerando uma produção de 1,649 milhões de barris por dia. Em reservas de gás, a Empresa ficou em 33º lugar, mas na produção de gás ocupou a 23ª colocação. As reservas de 9,945 bilhões de barris contabilizadas em 2004 renderam à estatal o 17º lugar no *ranking* mundial. Comparada às demais companhias, a Petrobras obteve o 11º maior lucro líquido. Já as receitas da empresa ocuparam a 17ª colocação no mundo.

Desde 1966, o Sistema Petrobras mantém um centro de pesquisas próprio – o CENPES, no qual são desenvolvidas as tecnologias de que a empresa necessita para superar os principais desafios que surgem em suas atividades de negócio. O CENPES também desenvolve atividades de engenharia não rotineira e prestação de serviços técnicos (assistência técnica e científica) às diversas unidades operacionais da Empresa e, eventualmente, a outras empresas do setor. Desde 1992, aloca em P&D recursos orçamentários anuais da ordem média de 1% da receita líquida da empresa *holding*, tornando-a uma das empresas do setor que mais investem no mundo em P&D, conforme mostrado na Figura 18 (Leite, 2005).

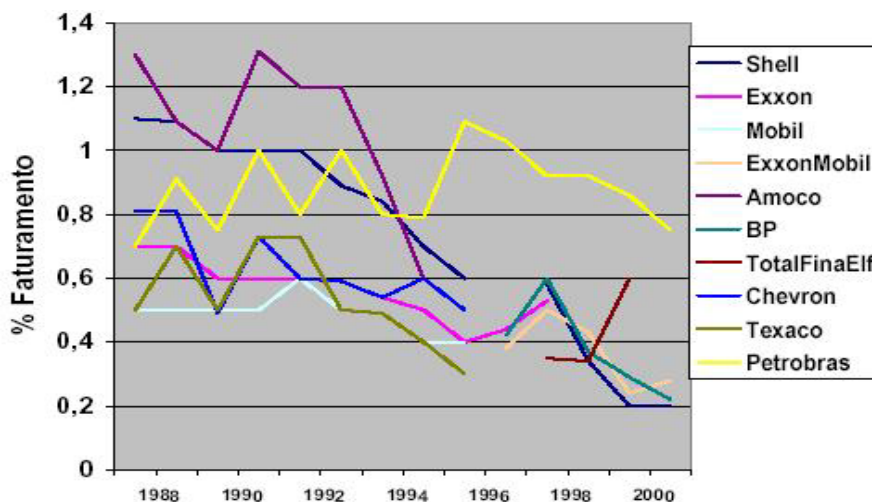


Figura 18 – Investimento em P&D das grandes empresas de petróleo e gás no mundo
Fonte: Araújo (2003). Panorama Internacional dos Investimentos em P&D no Setor de Óleo e Gás.

6.1.1

Direcionamento estratégico: Plano Estratégico Petrobras 2004 - 2015

No Plano Estratégico Petrobras 2004 - 2015, a Empresa define sua nova missão, assim formulada:

“Atuar de forma segura e rentável, com responsabilidade social e ambiental, nas atividades da indústria de óleo, gás e energia, nos mercados nacional e internacional, fornecendo produtos e serviços adequados às necessidades dos seus clientes e contribuindo para o desenvolvimento do Brasil e dos países onde atua (Petrobras, 2004).

A Visão 2015 expressa o posicionamento de longo prazo da Empresa e seus focos de desempenho global:

“A Petrobras será uma empresa integrada de energia com forte presença internacional e líder na América Latina, atuando com foco na rentabilidade e na responsabilidade social e ambiental” (Petrobras, 2004).

Sua atuação deve ser balizada pelos seguintes valores (Petrobras, 2004):

- valorização dos principais públicos de interesse: acionistas, clientes, empregados, sociedade, governo, parceiros, fornecedores e comunidades em que a Empresa atua;
- espírito empreendedor e de superar desafios;
- busca permanente da liderança empresarial;
- excelência e liderança em questões de saúde, segurança e preservação do meio ambiente;
- espírito competitivo inovador, com foco na diferenciação em serviços e competência tecnológica;
- obtenção de resultados de excelência.

A estratégia da Petrobras é liderar os mercados de petróleo, gás natural e derivados na América Latina, atuando como empresa integrada de energia, com expansão seletiva da petroquímica e da atividade internacional. A implementação da estratégia está estruturada sobre cinco pilares:

- consolidar e ampliar as vantagens competitivas nos mercados brasileiro e sul-americano de petróleo e derivados;
- desenvolver e liderar o mercado brasileiro de gás natural e atuar de forma integrada nos mercados de gás e energia elétrica no Cone Sul;
- expandir seletivamente a atuação internacional de forma integrada com os negócios da Empresa;

- expandir seletivamente a atuação nos mercados petroquímicos brasileiro e do Cone Sul;
- atuar seletivamente nos mercados de energias renováveis.

Como representado na Figura 19, a estratégia corporativa enfatiza a liderança na América Latina, atuando com foco no crescimento, na rentabilidade e na responsabilidade social e ambiental. Os referidos pilares apóiam-se, por sua vez, na excelência operacional, de gestão e ‘domínio tecnológico’.

Para atingir esse objetivo, o Plano Estratégico divulgado em maio de 2004 prevê investimentos de US\$ 53,6 bilhões entre 2004 e 2010. Desse total, US\$ 46,1 bilhões serão investidos no Brasil e US\$ 7,5 bilhões no exterior.

Para cumprir esse nível de investimento, a Empresa deverá captar US\$ 16,1 bilhões durante o período. A expectativa é que em 2010 a Empresa esteja produzindo 3.421 mil barris de óleo equivalentes por dia, no Brasil e no exterior, com um custo de extração de US\$ 3,00/barril e US\$ 2,4/barril, respectivamente. A partir de 2006, a produção de óleo leve advindo dos novos projetos poderá chegar a 150 mil barris por dia. No exterior, a maior parte do crescimento terá origem nos ativos na Argentina e Nigéria.

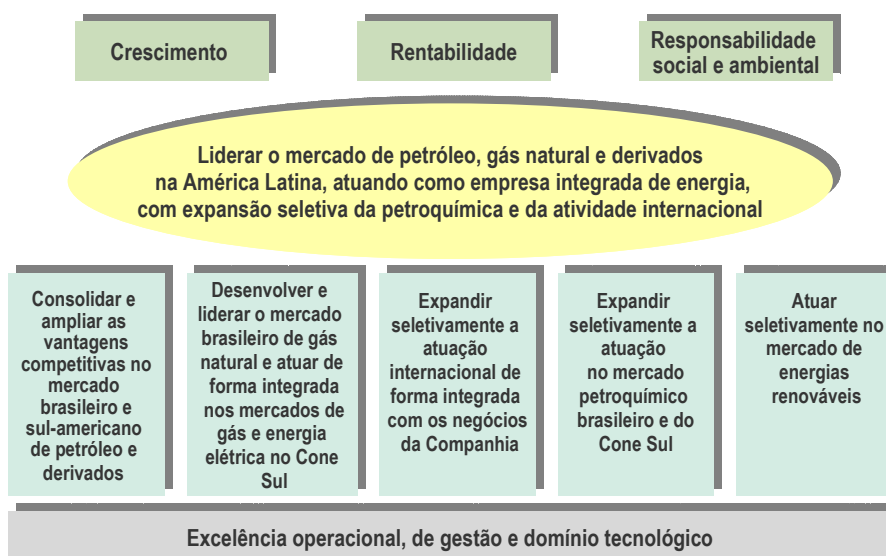


Figura 19 – Direcionamento estratégico da Petrobras
Fonte: Petrobras, 2004.

Com relação às energias renováveis, o Plano estabelece que a Empresa destinará até 0,5% dos investimentos totais, priorizando projetos das seguintes

fontes: energia eólica, energia de biomassa, fotovoltaica; produção de biodiesel. Suas principais metas para 2010, nesse segmento, são: disponibilizar 96 MW e produzir 2.300 barris por dia de biodiesel.

A partir de 18 de setembro de 2006, a Petrobras passa a integrar o Índice Dow Jones de Sustentabilidade (DJSI), o mais importante índice internacional de sustentabilidade, usado como parâmetro para análise dos investidores social e ambientalmente responsáveis. O DJSI avalia os desempenhos econômico, ambiental e social de mais de 2.500 empresas em 58 setores, em todo o mundo, e compreende 71 itens classificados segundo 18 critérios, como apresentado em detalhe no Quadro 2 do Anexo 1.

Conforme os critérios de avaliação do DJSI, a Petrobras se destacou nos critérios ‘relacionamento com clientes’, ‘gestão da marca’, ‘desempenho ambiental’, ‘desenvolvimento de recursos humanos’ e ‘cidadania corporativa’. Em um máximo de 100 pontos, a Petrobras pontuou 71, 70 e 83 nas dimensões econômica, ambiental e social, nesta incluídas as questões de segurança e saúde ocupacional. No total, a pontuação da Petrobras foi de 74. A empresa mais bem pontuada no índice ficou com 77 pontos e a mais baixa com 68. A média do setor de petróleo e gás é de 50 pontos. A entrada da Petrobras no índice DJSI abre um mercado potencial de investidores em empresas social e ambientalmente responsáveis – um mercado de mais de US\$ 4 trilhões, segundo dados da Organização das Nações Unidas, e mais de US\$ 5 bilhões de investimentos baseados em empresas pertencentes aos índices DJSI.

6.1.2

O Sistema Tecnológico Petrobras: em busca do modo sustentável

Apresenta-se aqui o Sistema Tecnológico Petrobras, como o ambiente organizacional no qual foi desenvolvido, implantado e validado o modelo conceitual proposto no Capítulo 5.

Define-se Sistema Tecnológico Petrobras como o conjunto de órgãos que atuam na pesquisa, desenvolvimento, aperfeiçoamento, adaptação e aplicação de tecnologias nas atividades-fim da Empresa.

O Sistema Tecnológico Petrobras foi institucionalizado em 1988, com a criação dos Comitês Tecnológicos Estratégicos e Operacionais e desde então vem

se aperfeiçoando e adaptando às mudanças organizacionais, segundo uma perspectiva evolucionária. A Figura 20 representa o atual Sistema Tecnológico Petrobras, que incorpora as novas proposições resultantes da presente pesquisa.

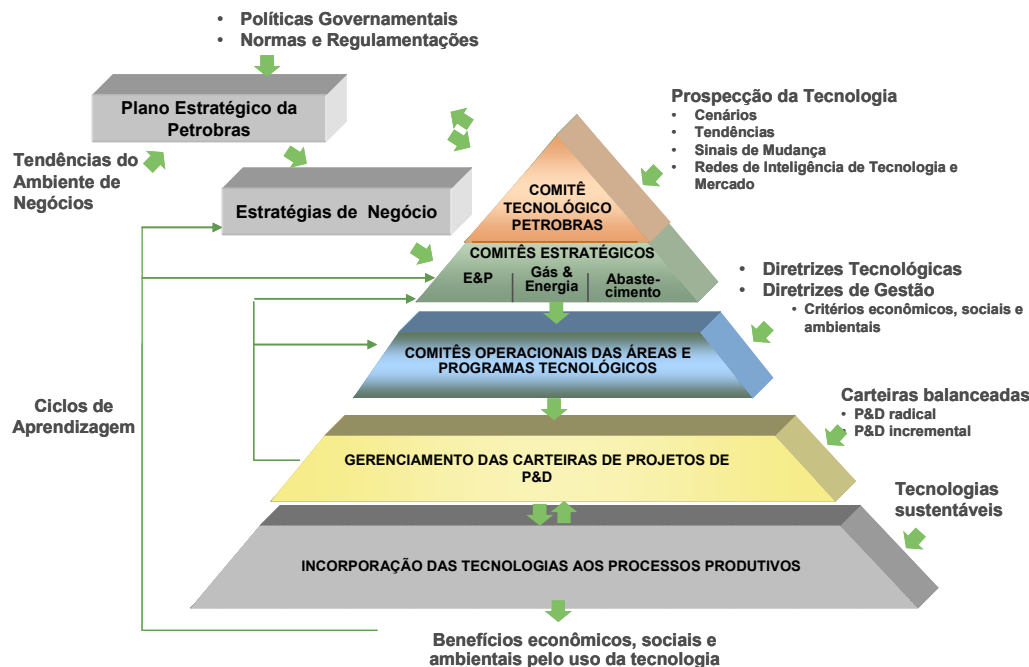


Figura 20 – Sistema Tecnológico Petrobras: gestão estratégica da tecnologia no modo sustentável
Fonte: Elaboração própria (2005) como evolução do modelo anterior (Petrobras, 2004a).

A gestão estratégica da tecnologia, no nível corporativo, é conduzida pelo Comitê de Tecnologia Petrobras – CTP, que atua como fórum de integração da função tecnologia da Empresa e é responsável pela alimentação do processo de planejamento estratégico corporativo, no que se refere às questões estratégicas da dimensão tecnologia. O CTP atua de forma articulada, integrada e complementar ao Comitê de Negócios da Petrobras e aos Comitês Tecnológicos Estratégicos – CTEs, tendo as seguintes atribuições:

- promover a integração dos CTEs que compõem o processo de gestão estratégica da tecnologia, de forma complementar a esses Comitês
- atuar no nível corporativo, na identificação, no desenvolvimento e no acompanhamento de políticas e diretrizes tecnológicas;
- coordenar, no nível corporativo, o monitoramento tecnológico de longo prazo do ambiente externo;

- retroalimentar o processo de planejamento estratégico da Petrobras, por meio da antecipação dos cenários tecnológicos e dos seus eventuais impactos nos negócios.

O CTP reúne-se com frequência semestral, podendo eventualmente convocar reuniões extraordinárias para tratar de assuntos específicos ou urgentes. Coordenado pelo gerente executivo do CENPES, tem como membros permanentes os gerentes executivos responsáveis pelas unidades organizacionais que integram o Sistema Tecnológico Petrobras.

Já a gestão estratégica da tecnologia, no nível das áreas de negócio, é conduzida pelos CTEs, que são organizados como segue: Comitê Tecnológico Estratégico de Exploração e Produção – COMEP; Comitê Tecnológico Estratégico de Abastecimento – COMAB; e Comitê Tecnológico Estratégico de Gás e Energia – COMEG.

Os CTEs têm as atribuições de estabelecer o direcionamento tecnológico de curto, médio e longo prazo para o segmento de negócio e definir diretrizes tecnológicas, posturas estratégicas e diretrizes de gestão tecnológica para o segmento de negócio. Os três CTEs reúnem-se com frequência bienal, com revisões nos anos intermediários. Participam desses Comitês os gerentes executivos das áreas de negócio da Petrobras, os gerentes executivos do Centro de Pesquisas e das Unidades de Serviço afetas à tecnologia, além de diretores ou presidentes de empresas subsidiárias.

A gestão da tecnologia, no nível da seleção e priorização de projetos de P&D e de alocação de recursos, é conduzida pelos Comitês Tecnológicos Operacionais – CTOs, que são organizados por programa e área tecnológica do Sistema Tecnológico Petrobras. Os CTOs têm como atribuição desdobrar as diretrizes tecnológicas, posturas estratégicas e diretrizes de gestão, oriundas dos CTEs, em futuros projetos priorizados de P&D e serviços de assistência técnica e científica. A frequência das reuniões dos CTOs é, no mínimo, anual.

A Figura 21, composta de uma seqüência de três diagramas, retrata de forma sintética a evolução da gestão tecnológica na Petrobras nos últimos anos e das estratégias centrais associadas à P&D nos anos 90, em 2003 e no futuro.

Consistentemente com a diretriz corporativa de que P&D na Petrobras siga o modo sustentável nos próximos anos, a idéia chave de desenvolvimento

tecnológico sustentável foi desenvolvida a partir da conceituação de sustentabilidade corporativa.

Como representado na Figura 22, as tecnologias a serem desenvolvidas segundo o novo paradigma de desenvolvimento deverão ser avaliadas em relação a critérios econômicos, sociais e ambientais, em todo o ciclo de seu desenvolvimento, desde a formulação da estratégia tecnológica, reduzindo-se dessa forma os riscos inerentes a P&D e favorecendo-se as oportunidades de negócios sustentáveis de curto, médio e longo prazos.

Em consonância com a definição do WECD, vista no Capítulo 2, define-se ‘desenvolvimento tecnológico sustentável’, nesta pesquisa, como o desenvolvimento de tecnologias voltadas para atender às necessidades do presente, sem comprometer as necessidades das gerações futuras.

Como se observa, a Figura 22 constitui uma adaptação da representação da abordagem *Triple Bottom Line* proposta por Elkington (1998) à gestão estratégica da tecnologia, contextualizando-a para a Petrobras. Cabe ressaltar que os focos de desempenho global da Empresa - crescimento, rentabilidade, responsabilidade social e ambiental – foram incorporados a essa nova representação.

A Figura 23 mostra a correspondência entre os elementos do modelo conceitual representado na Figura 17 e os elementos do Sistema Tecnológico Petrobras – sistema para o qual o modelo foi desenvolvido e implantado.

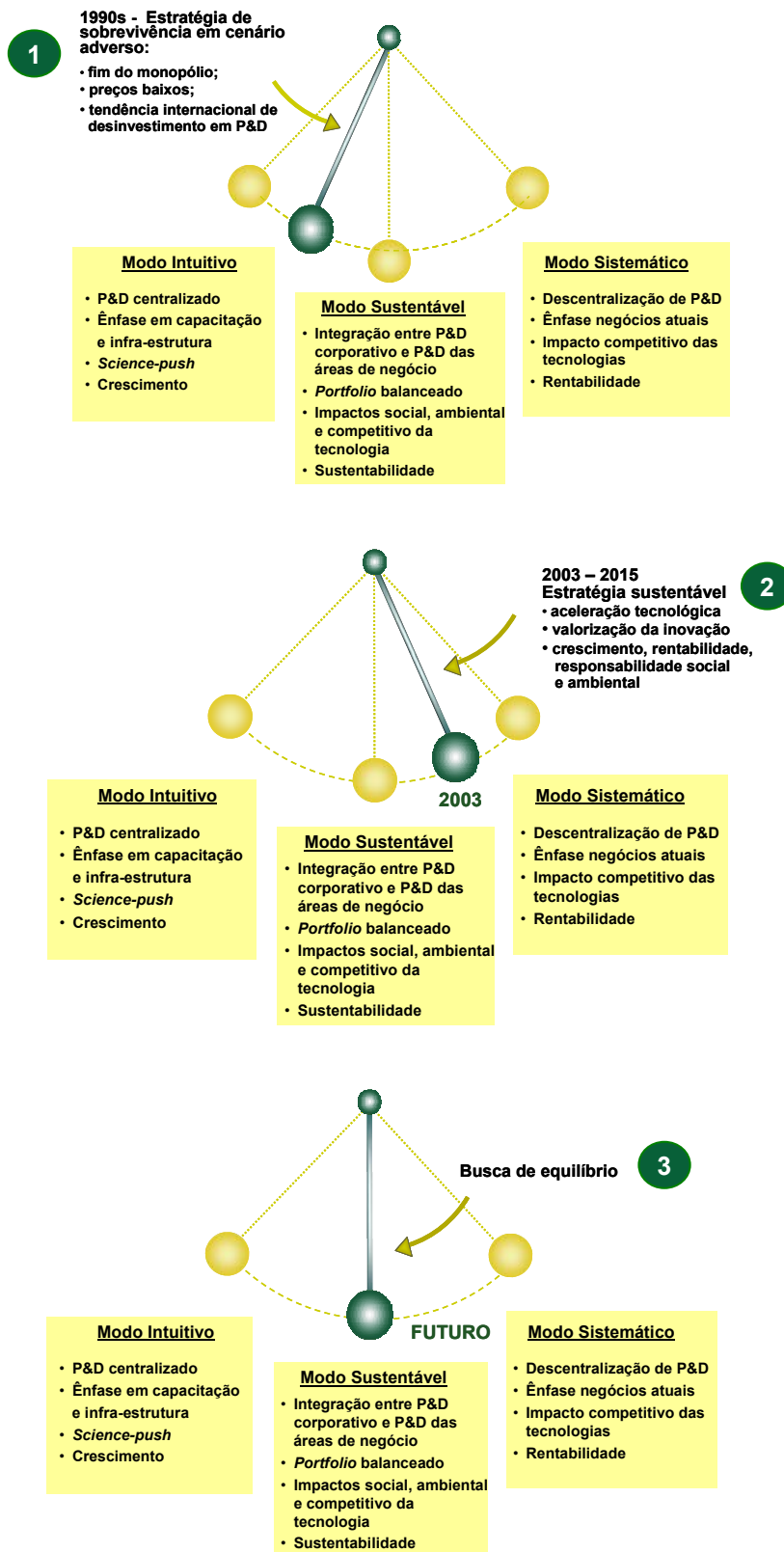


Figura 21 – Evolução da gestão tecnológica na Petrobras: em busca do modo sustentável
 Fonte: Elaboração própria



Figura 22 – Abordagem *Triple Bottom Line* aplicada à gestão estratégica da tecnologia
 Fonte: Elaboração própria (2005). Adaptação da representação de Elkington (1998), com incorporação dos focos de desempenho global do Plano Estratégico Petrobras – 2004 - 2015.

Cabe ressaltar que, de acordo com a metodologia de Planejamento Inovador, descrita no Capítulo 3, e as bases conceituais apresentadas no Capítulo 4, a implantação do modelo no Sistema Tecnológico Petrobras teve como ponto de partida o processo-chave de ‘direcionamento tecnológico’, mais especificamente a formulação das estratégias tecnológicas no nível das três áreas de negócio pelos respectivos Comitês Tecnológicos Estratégicos: COMEP, COMAB e COMEG.

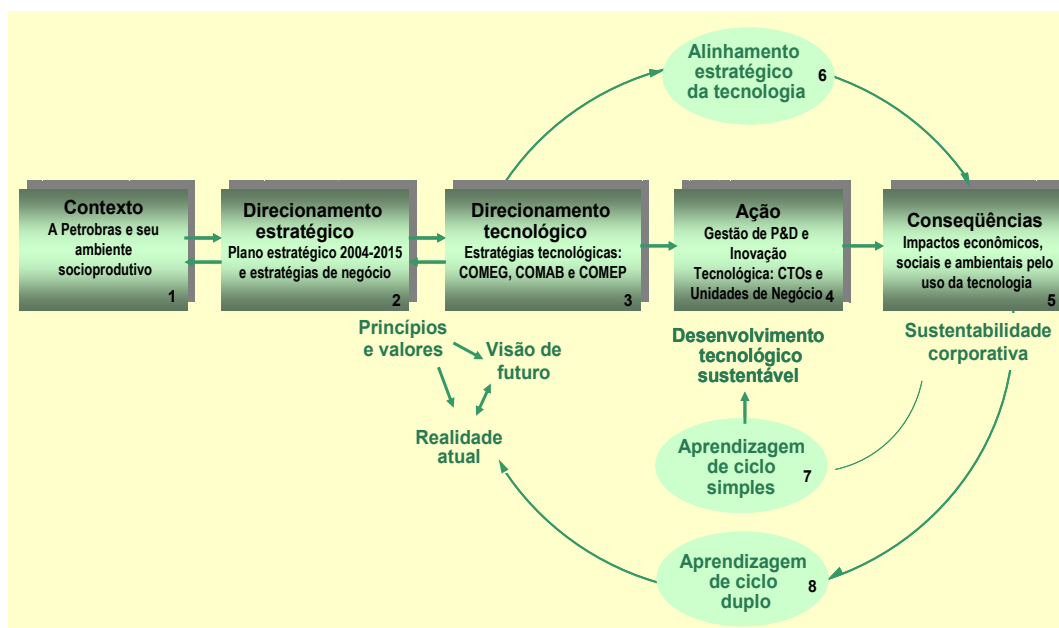


Figura 23 – Modelo conceitual de gestão estratégica da tecnologia no modo sustentável: aplicação na Petrobras
 Fonte: Elaboração própria.

Conforme a Figura 23, as intervenções no âmbito do projeto de pesquisa-ação deram-se no ‘bloco 3’ do diagrama do modelo, em uma série de cinco experimentos, permitindo-se operar mudanças incrementais visando provocar as transformações desejadas em todo o Sistema.

6.2

Aprendizado organizacional em gestão tecnológica

Destacam-se aqui os marcos institucionais da trajetória da gestão tecnológica da Empresa e os respectivos ciclos de aprendizado, abrangendo-se o período de 1970 até 2002, passando pelos modos intuitivo e sistemático das gerações de P&D até o momento em que a Empresa precisou rever seu processo de gestão estratégica de tecnologia à luz das diretrizes corporativas de aumentar a capacidade de inovação e direcionar os desenvolvimentos tecnológicos com foco na sustentabilidade econômica, ambiental e social.

6.2.1

Ciclo 1973 - 1988

Na década de 70, a Petrobras experimentou o chamado modelo de primeira geração, em que o próprio Centro de Pesquisas – CENPES definia sua carteira de projetos, baseando-se nas necessidades de capacitação e de infra-estrutura e nas demandas tecnológicas específicas de outras unidades da Empresa. Em 1980, criaram-se os Comitês Tecnológicos com o objetivo de assessorar o planejamento e acompanhamento das atividades anuais, de curto prazo.

Passados cinco anos, o CENPES percebeu a necessidade de melhorar o planejamento de suas atividades, tanto de curto, médio, como, principalmente, de longo prazo. No decorrer do período, a demanda por conhecimentos tecnológicos por parte das unidades clientes aumentou de forma acentuada, bem como o avanço do processo de aprendizado tecnológico na Petrobras, levando a uma identificação mais clara de inúmeras oportunidades de inovações radicais e outras tantas de caráter incremental. Por essas razões, o CENPES buscou ampliar a visão de planejamento tecnológico para horizontes mais longos, elaborando seu primeiro Plano Estratégico em 1985 e propondo um Sistema de Planejamento e

Administração Tecnológica, que redefinía os Comitês Tecnológicos como instrumentos de gestão e de integração formal com os demais órgãos da Empresa envolvidos com pesquisa, desenvolvimento, engenharia, adaptação e uso da tecnologia (Stollenwerk *et al.*, 1994).

Embora tivessem importância marcante no Sistema de Planejamento que estava sendo implantado, os Comitês funcionaram nos dois primeiros anos com algumas dificuldades, por terem atribuições mais voltadas para o nível operacional, enquanto sua composição era mais estratégica. Com o objetivo de atualizar os Comitês para as novas conjunturas vividas na época e corrigir dissonâncias observadas na utilização prática desses instrumentos, o CENPES redesenhou o Sistema de Planejamento em 1988, reorganizando os Comitês Tecnológicos em dois níveis e com funções diferenciadas: Comitês Tecnológicos Estratégicos – CTEs, com a função de propor diretrizes tecnológicas e de gestão, e Comitês Tecnológicos Operacionais – CTOs, responsáveis pela seleção e priorização de projetos de P&D e de suporte nos diversos segmentos e respectivas áreas tecnológicas. Buscava-se, com essa iniciativa, uma visão integrada e global da gestão de todo o processo da função tecnologia na Empresa (Petrobras, 1989).

A implantação do Sistema de Comitês Tecnológicos e a institucionalização dos processos de formulação da estratégia tecnológica e de seleção e priorização de projetos de P&D constituíram marcos que fizeram com que a Empresa pudesse caminhar incrementalmente na direção do modo sistemático de gestão tecnológica.

6.2.2

Ciclo 1989 - 1995

O Sistema de Comitês e o processo de planejamento tecnológico apoiaram-se conceitualmente nos princípios da administração estratégica preconizados por Ansoff (1983), dentre os quais se destacam o processo participativo e a monitoração constante do ambiente no qual a Empresa atua. Planejamento tecnológico foi entendido na época como “o conjunto de eventos e atividades que passam desde o momento em que é identificada uma necessidade ou oportunidade tecnológica da Petrobras, até que os conhecimentos desenvolvidos para esse fim sejam utilizados e avaliados” (Petrobras, 1989, p.1). Estabeleceu-se como

premissa básica a co-participação dos órgãos que atuam na pesquisa, desenvolvimento, aperfeiçoamento e adaptação no planejamento e gestão da tecnologia para atender as demandas das atividades-fim da Empresa, além da necessidade de monitoração e prospecção permanentes dos ambientes de negócios e tecnológico.

Nesse ciclo, o Sistema Tecnológico Petrobras passou efetivamente para o modo sistemático, experimentando um aprendizado de ciclo duplo, no qual as práticas e valores adotados nos anos 70 e início dos anos 80, fortemente centrados na capacitação e na criação da infra-estrutura de laboratórios e instalações piloto, evoluíram para práticas bastante inovadoras na época, fundamentadas em princípios como visão sistêmica, visão estratégica de longo prazo, processo participativo e monitoração do ambiente externo.

Em 1992, os Comitês foram novamente reorganizados e passaram a enfatizar a atuação matricial e a multidisciplinariedade, a fim de aumentar a integração entre o CENPES e as demais unidades do Sistema Tecnológico, bem como orientar melhor as atividades tecnológicas para os objetivos e metas da Empresa. Tais proposições vinham sendo implementadas, quando em 1993, a então Superintendência de Pesquisa Industrial – SUPESQ do CENPES, hoje Gerência de Pesquisa e Desenvolvimento do Abastecimento – PDAB, reuniu representantes das demais unidades dessa área para discutir o modelo de gestão tecnológica e criar laços de comprometimento e parcerias (CENPES e unidades), propondo-se melhorias que seriam implantadas de comum acordo. O foco das discussões foi o Sistema de Comitês Tecnológicos e as conclusões e recomendações apontaram para necessidade de modelagem e sistematização dos CTEs e CTOs. Essas proposições foram implantadas no decorrer de 1994-1995, como descrito a seguir.

A institucionalização dos dois processos-chave - a formulação da estratégia, pelos Comitês Tecnológicos Estratégicos e a seleção e priorização de projetos de P&D, pelos Comitês Tecnológicos Operacionais - pode ser caracterizada por um aprendizado de ciclo duplo, uma vez que uma das variáveis dominantes mudou: a visão de curto para longo prazo. Esse aprendizado, por sua vez, gerou inúmeros ciclos de aprendizado do tipo simples na fase de institucionalização propriamente dita, todos, porém dentro do Mod O-II, descrito no Item 3.3.2.

6.2.3

Ciclo 1996 - 2002

O processo de gestão estratégica da tecnologia foi totalmente redesenhado e sistematizado no final de 1995 por um grupo de trabalho, sob a coordenação do CENPES, que envolveu a participação de dez representantes das diversas gerências do Centro de Pesquisas e dezessete representantes das demais unidades do Sistema Tecnológico Petrobras. A partir de 1996, todas as unidades desse Sistema passaram a adotar os conceitos-chave do modelo de terceira geração de Roussel *et al.* (1991): maturidade tecnológica, impacto competitivo da tecnologia, posicionamento tecnológico atual e futuro frente aos concorrentes e *portfolio* tecnológico estratégico – atual e futuro.

Dentre as inovações organizacionais implantadas durante a condução dos dois Comitês Tecnológicos Estratégicos da época – COMEP e COREP – destacam-se:

- a ampliação da abrangência das diretrizes tecnológicas do âmbito do CENPES para todo o Sistema Tecnológico Petrobras. Nos ciclos anteriores, elas estavam direcionadas exclusivamente para as atividades tecnológicas do CENPES;
- o envolvimento dos clientes em todas as fases do processo CTE e a validação pelos gerentes funcionais dos resultados das etapas-chave;
- a introdução, em alguns casos, e aperfeiçoamento, em outros, das metodologias de análise do ambiente tecnológico externo;
- a análise das tecnologias quanto à maturidade tecnológica e ao impacto competitivo e a construção de dois *portfolios* estratégicos – atual e futuro - nos quais se baseava a definição das diretrizes tecnológicas e de gestão;
- a redução da subjetividade em todo o processo, em função da aplicação de critérios objetivos de análise e de decisão;
- a introdução do conceito de ‘posturas estratégicas’, com o objetivo de refinar a proposição de diretrizes tecnológicas e, por consequência, aperfeiçoar o desdobramento e operacionalização das diretrizes nas ocasiões da seleção e priorização dos projetos de P&D pelos Comitês Tecnológicos Operacionais;

- a priorização das diretrizes, realizada de forma objetiva, em função do grau de impacto competitivo das tecnologias, objetos das análises estratégicas.

Observa-se, neste ciclo, que o modo sistemático iniciado no ciclo anterior só se consolidou, de fato, a partir do esforço conjunto de sistematização dos dois processos-chave, com o envolvimento de vinte e sete gerentes das diversas unidades do Sistema Tecnológico Petrobras e o apoio metodológico desta pesquisadora, que na época trabalhava na antiga Divisão de Planejamento Tecnológico do CENPES, hoje Gerência de Gestão Tecnológica.

A consolidação das práticas de gestão tecnológica no modo sistemático fez com que o Sistema Tecnológico experimentasse mais uma vez um aprendizado de ciclo duplo, na qual as práticas e valores adotados até então foram revistos à luz dos conceitos de Porter (1989) e do modelo de terceira geração de Roussel *et al.* (1991). Inovações tecnológicas e organizacionais significativas ocorreram nesse ciclo, bem como a efetiva incorporação dos novos conceitos na cultura da comunidade de gestão tecnológica da Empresa, frutos de uma série de ciclos de aprendizado do tipo ‘simples’ e ‘duplo’, conforme o Mod O-II de Argyris.

No início de 2003, a Petrobras verificou que o modo sistemático poderia limitar a atividade tecnológica a seus negócios atuais e metas de curto e médio prazos, gerando, portanto, uma estratégia tecnológica conservadora e carteiras de P&D cada vez mais direcionadas para P&D incremental. Adicionalmente, surgiram novos desafios empresariais e tecnológicos vinculados a energias renováveis e à responsabilidade social e ambiental. Como consequência, já em 2003, a empresa passa a rever seu processo de gestão estratégica de tecnologia, em busca do modo sustentável, como será descrito nas seções seguintes.

6.3

O projeto de pesquisa-ação: três subsistemas, cinco experimentos no ciclo 2003 – 2005

O desenvolvimento e a implantação do modelo baseado na abordagem *Triple Bottom Line* foram conduzidos na Petrobras, por meio de um projeto de pesquisa-ação e segundo a metodologia de Planejamento Inovador (Seção 3.2 e Capítulo 5).

O Quadro 16 apresenta de forma sintética a implantação do modelo nos três Subsistemas Tecnológicos da Petrobras, respectivamente Gás & Energia, Abastecimento e Exploração & Produção, caracterizando os elementos do Planejamento Inovador para cada experimento do projeto de pesquisa-ação, como definidos na Seção 3.2.

6.3.1

Resultados obtidos e aprendizado organizacional no ciclo 2003- 2005

Apresentam-se nesta Seção os principais resultados obtidos com os experimentos do projeto de pesquisa-ação, no âmbito dos três Subsistemas Tecnológicos da Empresa, no ciclo 2003-2005.

Conforme proposto no Capítulo 4, descrevem-se os cinco experimentos sociotécnicos, que seguiram a metodologia de Planejamento Inovador (Seção 3.2), tendo como ‘tarefas articuladoras’ a formulação da estratégia tecnológica no modo sustentável e o projeto de pesquisa-ação relacionado a essa proposição.

Busca-se mostrar, por meio dos relatos dos experimentos, como as variáveis ambientais e sociais, além das econômicas, foram incorporadas ao modelo de gestão estratégica da tecnologia na Petrobras e quais foram as contribuições do referencial sociotécnico e das abordagens de planejamento adaptativo e de aprendizagem organizacional mais importantes para que o modo sustentável de gerenciar tecnologia, como preconizado nesta pesquisa, se tornasse uma realidade na prática atual de gestão tecnológica da Empresa (Almeida e Melo, 2005).

Participaram do processo de implantação do modelo cerca de 1000 especialistas e gerentes das diversas áreas da Empresa (Anexo 3), que validaram o modelo na dimensão ‘processo’, conforme as avaliações favoráveis após a realização das oficinas de trabalho em cada experimento. Como consequência, a partir de julho de 2004, o modelo e a sistemática foram disseminados mais facilmente em todas as unidades organizacionais envolvidas na pesquisa, desenvolvimento, aperfeiçoamento, adaptação e aplicação de tecnologias relacionadas às atividades-fim do Sistema Petrobras.

Descrição	Espaço de ação	Tarefas articuladoras	Instrumentos de articulação	Agentes reticuladores	Redes de Atores	Abrangência
Experimento 1 (Subsistema Tecnológico de Gás e Energia)	Conjunto de decisões sob a responsabilidade do Comitê Tecnológico Estratégico de Gás & Energia – COMEG.	Formulação da estratégia tecnológica da área de Gás & Energia. Projeto de pesquisa-ação customizado para a implantação do modelo no Subsistema.	Documento final impresso, intitulado COMEG 2003, contendo a descrição do processo, os resultados das análises estratégicas e a estratégia tecnológica para a área de Gás & Energia.	Comitê Tecnológico Estratégico de Gás & Energia - COMEG (gerentes responsáveis pelas unidades do Subsistema Tecnológico).	Onze RIT interfuncionais, organizadas por agrupamento tecnológico.	<ul style="list-style-type: none"> Onze agrupamentos tecnológicos. Cento e três tecnologias analisadas. Cento e trinta participantes.
Experimento 2 (Subsistema Tecnológico de Exploração e Produção – E&P)	Conjunto de decisões sob a responsabilidade do Comitê Tecnológico Estratégico de Exploração e Produção - COMEP.	Formulação da estratégia tecnológica da área de E&P. Projeto de pesquisa-ação customizado para a implantação do modelo no Subsistema.	Portal COMEP na Intranet da Empresa, com todas as informações do processo COMEP 2004 e a estratégia tecnológica do E&P.	Comitê Tecnológico Estratégico de Exploração e Produção - COMEP (gerentes responsáveis pelas unidades do Subsistema Tecnológico).	Vinte e três RIT interfuncionais, organizadas por agrupamento tecnológico.	<ul style="list-style-type: none"> Vinte e três agrupamentos tecnológicos. Duzentos e trinta e oito tecnologias analisadas. Seiscentos e trinta e quatro participantes.
Experimento 3 (Subsistema Tecnológico do Abastecimento)	Conjunto de decisões sob a responsabilidade do Comitê Tecnológico Estratégico do Abastecimento – COMAB.	Formulação da estratégia tecnológica da área do Abastecimento. Projeto de pesquisa-ação customizado para a implantação do modelo no Subsistema.	Portal COMAB na Intranet da Empresa, com as informações do processo COMAB 2004 e a estratégia tecnológica do Abastecimento.	Comitê Tecnológico Estratégico do Abastecimento - COMAB (gerentes responsáveis pelas unidades do Subsistema Tecnológico).	Dez RIT interfuncionais, organizadas por agrupamento tecnológico.	<ul style="list-style-type: none"> Dez agrupamentos tecnológicos. Cento e quarenta e oito tecnologias analisadas. Cento e vinte participantes.
Experimento 4 (Subsistema Tecnológico de Gás e Energia)	Conjunto de decisões sob a responsabilidade do Comitê Tecnológico Estratégico de Gás & Energia – COMEG.	Revisão da estratégia tecnológica da área de Gás & Energia, à luz da revisão do Plano Estratégico Petrobras – 2004 -20015 e da estratégia de negócio dos segmentos de gás, energia e renováveis. Projeto de pesquisa-ação customizado para a melhoria do modelo no Subsistema.	Portal COMEG na Intranet da Empresa, com as informações do processo e os resultados da revisão da estratégia tecnológica dos segmentos de gás, energia e renováveis.	Comitê Tecnológico Estratégico de Gás e Energia - COMEG (gerentes responsáveis pelas unidades do Subsistema Tecnológico).	Onze RIT interfuncionais organizadas por agrupamento tecnológico.	<ul style="list-style-type: none"> Onze agrupamentos tecnológicos* * os mesmos do experimento 1. Cento e vinte e duas tecnologias revisadas a partir do aprendizado do Experimento 1. Cento e dez participantes.
Experimento 5 (Subsistema Tecnológico de Gás e Energia – Fator Tecnológico 4)	Conjunto de decisões sob a responsabilidade do Comitê Tecnológico Estratégico de Gás & Energia – COMEG, foco no Fator Tecnológico 4 – Transformação química do gás natural.	Formulação da estratégia tecnológica referente especificamente ao FT4. Projeto de pesquisa-ação customizado para a melhoria do modelo no Subsistema de Gás & Energia, com implicações para todo o ciclo 2006.	Este experimento constituiu um projeto-piloto realizado em 2005 com o objetivo de introduzir melhorias significativas no ciclo 2006. Juntamente com os demais resultados do ciclo 2006, seus resultados serão disponibilizados no Portal COMEG, quando todo o processo estiver concluído.	Gerente Geral da área de P&D de Energia, Gás e Desenvolvimento Sustentável do CENPES e Coordenador da Célula GTL.	Quatro RIT interfuncionais organizadas por tema tecnológico. Participação de representantes das comunidades internacional e nacional de C&T e de instituições governamentais brasileiras.	<ul style="list-style-type: none"> Proposta nova arquitetura para o FT4, desdobrando-o em quatro temas tecnológicos. Trinta e quatro tecnologias analisadas (todos os temas) Sessenta e sete participantes internos e externos à Empresa.

Quadro 16- Quadro-resumo da implantação na Petrobras do modelo de gestão estratégica da tecnologia no modo sustentável

Fonte: Elaboração própria.

Pela primeira vez, as estratégias tecnológicas resultantes e a descrição do processo em si foram divulgadas pelos gerentes das três áreas de P&D do Centro de Pesquisas no ambiente *Intranet* da Empresa, adotando-se padrão de apresentação e linguagem comuns.

Sob a ótica da aprendizagem organizacional, esses elementos da liderança demonstram a vontade política dos gerentes e grupos sociais envolvidos de passar das teorias-em-uso baseadas no Modelo O-I para novas concepções e práticas preconizadas no Modelo O-II (Seção 3.3).

Como discutido mais amplamente no Capítulo 5, os elementos organizacionais – liderança, alinhamento tecnológico, aprendizagem contínua e cultura organizacional – foram determinantes dos processos de mudança requeridos no Sistema e continuam sendo essenciais para que as atuais práticas de gestão tecnológica da Empresa reforcem as premissas básicas do modelo conceitual aqui proposto e possam ser disseminadas como melhores práticas para outras empresas que desejarem implantar um modelo de gestão estratégica da tecnologia no modo sustentável.

A implantação do modelo, segundo a metodologia de Planejamento Inovador e abordagem *Triple Bottom Line*, propiciou a antecipação e implementação de importantes mudanças técnicas, sociais e gerenciais, capacitando o Sistema Tecnológico Petrobras a gerar soluções tecnológicas inovadoras que impulsionarão negócios mais sustentáveis. Em consequência, ofereceu à Empresa novas opções de criação de valor para as partes legitimamente interessadas no desenvolvimento tecnológico orientado para a sustentabilidade econômica, social e ambiental.

Descreve-se, a seguir, a experiência de implantação do modelo, conduzida por meio do referido projeto de pesquisa-ação em cinco experimentos, segundo uma estratégia intencional e deliberada de iniciar os experimentos pela área cuja cultura fosse mais favorável à adoção da abordagem *Triple Bottom Line* de sustentabilidade corporativa, pela afinidade natural com os temas de energias alternativas e desenvolvimento sustentável. Essa estratégia de implantação foi negociada com o Gerente Executivo e Gerentes Gerais do CENPES, logo no início do projeto de pesquisa-ação.

Os experimentos sociotécnicos foram conduzidos na seguinte seqüência:

- Experimento 1: formulação da estratégia tecnológica de Gás e Energia;
- Experimento 2: formulação da estratégia tecnológica de Exploração e Produção;
- Experimento 3: formulação da estratégia tecnológica do Abastecimento;
- Experimento 4: revisão da estratégia tecnológica de Gás e Energia, à luz da revisão do Plano Estratégico Petrobras e da Estratégia de Gás e Energia;
- Experimento 5: formulação da estratégia tecnológica do Fator Tecnológico 4 – Transformação química do gás natural da área de Gás & Energia.

Em complemento ao Quadro 16 e sob a perspectiva de aprendizagem organizacional, a Figura 24 apresenta sinteticamente os saltos qualitativos ocorridos na base de conhecimento da Empresa em gestão tecnológica, devido aos resultados obtidos no período 2003-2005.

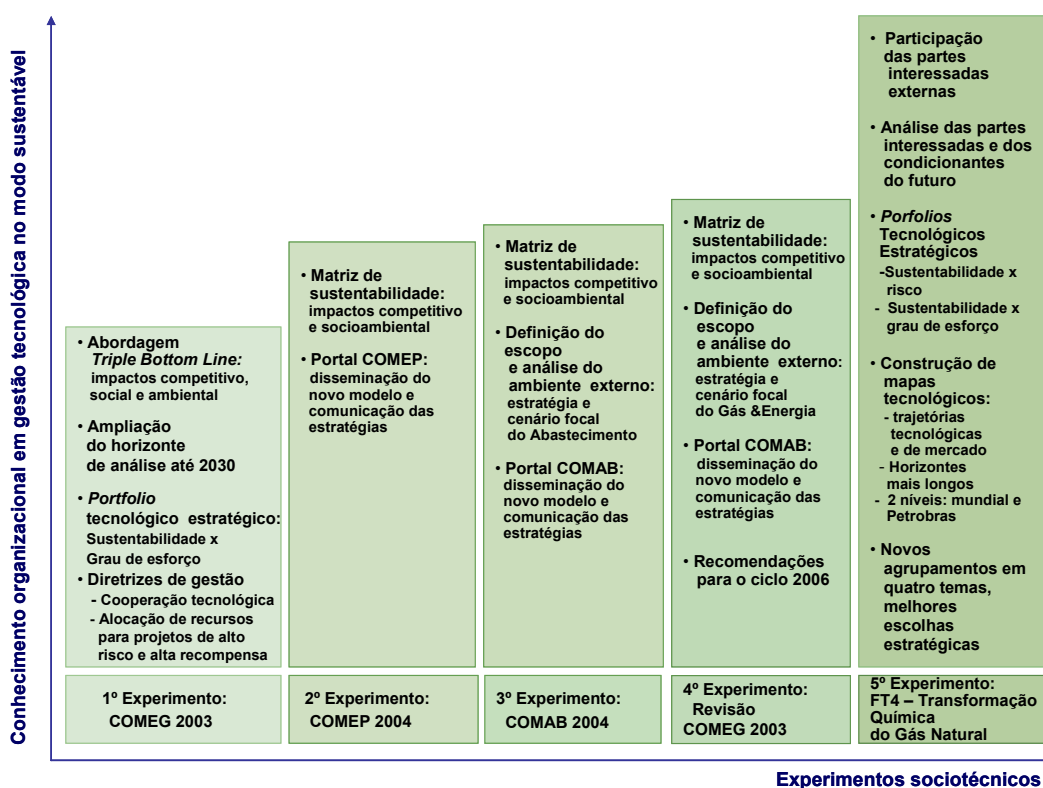


Figura 24 - Conhecimento organizacional da Petrobras em gestão tecnológica no modo sustentável

Fonte: Elaboração própria.

6.3.2

Experimento 1: estratégia tecnológica de Gás e Energia

O Comitê Tecnológico Estratégico de Gás & Energia – COMEG é o responsável pela formulação e revisão da estratégia tecnológica do segmento de Gás & Energia. Integrando o Sistema Tecnológico Petrobras, o COMEG tem como objetivo estabelecer as diretrizes para os Comitês Tecnológicos Operacionais da área de Gás & Energia, bem como determinar diretrizes e posturas estratégicas para a gestão desse Subsistema.

Em 2003, o COMEG tratou, de forma integrada e segundo a visão da sustentabilidade, as questões tecnológicas relativas aos grandes desafios da área Gás & Energia da Petrobras, mais especificamente a viabilização das energias renováveis, massificação do uso de gás natural, mudanças climáticas e domínio de tecnologias de seqüestro de carbono e viabilização do hidrogênio como energético.

A formulação da estratégia tecnológica levou em conta o Plano Estratégico Petrobras 2015, os objetivos estratégicos dos segmentos de gás, energia e renováveis, o cenário corporativo da indústria de energia e o focalizado nas atividades dos referidos segmentos, as normas estabelecidas por entidades reguladoras, bem como os cenários tecnológicos dessa área. O produto final do COMEG 2003 compreendeu um conjunto de diretrizes tecnológicas e de gestão tecnológica para os segmentos de gás, energia e sustentáveis, incluindo matrizes de alinhamento tecnológico com a indicação da criticidade das tecnologias associadas, com vistas a apoiar os processos decisórios dos CTO do referido Subsistema.

Participaram do processo COMEG 2003 cerca de 130 representantes das Áreas de Gás & Energia, da Área Internacional, do CENPES, da Engenharia, de Materiais, do Desempenho e de Segurança, Meio Ambiente e Saúde - SMS.

Descreve-se, a seguir, o experimento do COMEG 2003 que adotou a metodologia de Planejamento Inovador (Capítulo 4 – Seção 4.2), tendo como ‘tarefas articuladoras’ a formulação da estratégia tecnológica no modo sustentável e o respectivo projeto de pesquisa-ação a ela relacionada (Almeida e Melo, 2004).

No experimento do COMEG 2003, o ‘espaço de ação’ é definido como o conjunto de decisões sob a responsabilidade do Comitê Tecnológico Estratégico

de Gás & Energia – COMEG. O ambiente organizacional no qual se conduziu o experimento é o Subsistema Tecnológico de Gás & Energia, composto pelas unidades da Empresa envolvidas com a função tecnologia dessa área. Por se tratar de um sistema aberto, os membros do Subsistema interagem, por sua vez, com as demais partes interessadas do ambiente externo, como agências governamentais, instituições acadêmicas, clientes e fornecedores.

A primeira ‘tarefa articuladora’ teve como objetivo definir as diretrizes tecnológicas para os Comitês Tecnológicos Operacionais da área do Gás & Energia e estabelecer as diretrizes e posturas estratégicas para a gestão do Subsistema Tecnológico dessa área.

A segunda, o projeto de pesquisa-ação, foi elaborado em função dos propósitos e valores do modo sustentável e customizado para o Subsistema. Compreende quatro etapas principais, como descrito na seqüência dessa caracterização.

Com o objetivo de se obter a convergência de visões iniciais diferentes em relação ao paradigma de desenvolvimento sustentável e seus conceitos, promoveu-se logo no início do experimento, a explicitação de valores e perspectivas compartilhadas, criando-se assim as condições para uma reflexão sobre as direções comuns desejadas.

O ‘agente reticulador’ foi o Comitê Tecnológico Estratégico do Gás & Energia, formado por decisores comprometidos com os propósitos e valores do modo sustentável e que mobilizaram os membros do Subsistema para as mudanças desejadas nesse segmento de negócio.

Um dos fatores de sucesso do COMEG 2003 foi a efetividade das ‘redes de atores’ ou ‘redes de inteligência tecnológica’ – RIT, como são denominadas no contexto Petrobras. São redes interfuncionais que se mobilizam, de forma sistemática e permanente, para avaliar os cenários tecnológicos, o posicionamento atual e futuro da Empresa em relação a esses cenários e os impactos competitivo, social e ambiental associados à introdução de novas tecnologias nas atividades de dos segmentos de gás, energia e renováveis. Nesse experimento, onze redes de atores foram organizadas segundo os agrupamentos lógicos das tecnologias objeto das análises estratégicas conduzidas no âmbito da ‘tarefa articuladora’.

Descreve-se a seguir em detalhe o projeto de pesquisa-ação de acordo com as quatro etapas: exploratória, pesquisa aprofundada, ação e avaliação.

Na etapa exploratória, realizada no período de março a junho de 2003, planejou-se todo o experimento COMEG 2003, desde a discussão das premissas do modelo até a organização de importantes eventos das fases seguintes. A pesquisadora, no papel de consultora interna, avaliou em conjunto com os gestores a situação corrente na ocasião e o nível pretendido de mudança frente às características do modelo de gestão estratégica da tecnologia no modo sustentável e propôs um plano de ação a ser implantado ainda no primeiro semestre do mesmo ano.

Nessa etapa, anteciparam-se as questões estratégicas que deveriam ser analisadas frente aos desafios dos segmentos de gás, energia e renováveis e à visão 2015 da Empresa, tendo sido identificadas as principais partes interessadas que influenciariam e seriam influenciadas pelas futuras mudanças. A partir dos condicionantes tecnológicos, políticos, institucionais, sociais e de mercado, revisaram-se os agrupamentos tecnológicos do ciclo anterior, tendo ocorrido inúmeros reagrupamentos.

Do ponto de vista organizacional e de planejamento, foi possível o estabelecimento da agenda e preparação do Seminário de Abertura do COMEG 2003, em agosto daquele ano, bem como a realização de uma grande oficina de trabalho – a pioneira no âmbito dos CTE, desde sua criação.

A etapa de pesquisa aprofundada realizou-se no período de agosto a setembro daquele ano, incluindo o Seminário de Abertura e as Oficinas de Trabalho COMEG 2003, sob o patrocínio do Gerente Executivo do CENPES e dos Gerentes Gerais que participaram do processo. Os trabalhos das RIT geraram:

- a análise estratégica dos fatores tecnológicos, quanto aos impactos competitivo e socioambiental das tecnologias associadas;
- o estabelecimento do posicionamento tecnológico (atual e futuro) e do grau de maturidade tecnológica das tecnologias associadas;
- matrizes de alinhamento tecnológico de cada fator tecnológico;
- proposições de diretrizes tecnológicas e posturas estratégicas para as tecnologias associadas a cada fator;
- matrizes de inteligência e cenários tecnológicos para cada fator.

Os resultados dos trabalhos das RIT foram analisados sistemicamente pela pesquisadora e encaminhados aos gerentes do CENPES e das unidades que

participaram do processo para posterior validação no nível gerencial. Foi realizada uma reunião gerencial com a presença dos gerentes das diversas unidades envolvidas para refinamento e validação das proposições das RIT. Essa experiência configurou-se em um aprendizado de ‘ciclo simples’, dentro do modelo Mod O-II.

Nessa etapa, os gerentes gerais das unidades formularam também uma primeira versão das diretrizes de gestão tecnológica, com base nas melhores práticas internas e externas de gestão tecnológica, nas políticas corporativas estabelecidas no Plano Estratégico Petrobras – 2015 e nas premissas do processo COMEG 2003.

Seguindo a formatação de anos anteriores, o escopo dessas diretrizes abrangeu: gestão estratégica, articulação externa e atuação internacional, aprendizado e crescimento e gestão operacional. Aqui também o aprendizado foi de ‘ciclo simples’, com uma ressalva para a elaboração da ‘diretriz de alocação de recursos’, que deveria estar alinhada a uma das premissas mais importantes do modelo: a necessidade de balancear os *portfolios* tecnológicos, estimulando-se tanto as inovações incrementais quanto as radicais. Nesse caso, o aprendizado foi de ‘ciclo duplo’.

A etapa de ação compreendeu:

- a fase de preparação para a reunião executiva do COMEG;
- a própria reunião executiva do Comitê, na qual foram analisadas e aprovadas as diretrizes tecnológicas e de gestão tecnológica para o Subsistema Gás & Energia;
- aprovação pela Diretoria Executiva da Petrobras das diretrizes tecnológicas e de gestão tecnológica para o referido Subsistema;
- divulgação, pelas lideranças, da estratégia tecnológica do Gás & Energia 2003-2006, utilizando-se de mídias diversas e respeitando o caráter estratégico e confidencial das informações. A divulgação da estratégia tecnológica é restrita, tendo sido rigorosamente proibida a divulgação não autorizada fora da Empresa.

Finalmente, na etapa de avaliação, os Gerentes do CENPES e dos órgãos que participaram do COMEG 2003, com o apoio metodológico da Gerência de Gestão Tecnológica do CENPES, avaliaram o experimento do COMEG 2003,

registrando os ganhos e as lições aprendidas e propondo melhorias para o próximo ciclo e para os demais CTE do Sistema Tecnológico Petrobras.

A avaliação indicou, em linhas gerais, que o aprendizado no processo COMEG 2003 foi muito grande, já pelo seu pioneirismo na Empresa. Deu-se, sem dúvida, segundo o Mod O-II de Argyris (Seção 3.1), pela intensa mobilização e participação dos atores envolvidos e pela geração e absorção pelas equipes de conteúdos normativos e técnicos de grande importância.

Com este experimento, foram introduzidos importantes avanços metodológicos no Subsistema Tecnológico do Gás & Energia em relação aos ciclos anteriores, desde 1996, como:

- a conjugação dos dois eventos mobilizadores no início da etapa de pesquisa aprofundada do projeto de pesquisa-ação acarretou a redução substancial dos tempos de análise praticados nos ciclos anteriores (1996-2002) e maior integração e participação dos integrantes das onze redes;
- a análise de sustentabilidade de onze fatores tecnológicos inclui a avaliação do impacto ambiental e contribuição social das tecnologias associadas, além do impacto competitivo, esse último já praticado nos ciclos anteriores (1996-2002);
- a abordagem *Triple Bottom Line* foi bem aceita neste experimento e os participantes ficaram motivados com a possibilidade de experimentar novas ferramentas especialmente voltadas para a sustentabilidade;
- a análise da criticidade das cento e três tecnologias associadas, a partir da elaboração da matriz de alinhamento estratégico das tecnologias aos objetivos estratégicos do Gás & Energia deu mais luz à fase de priorização das diretrizes tecnológicas;
- a priorização das diretrizes tecnológicas foi realizada segundo os critérios de sustentabilidade e grau de esforço necessário para implantar a diretriz. Nos ciclos anteriores, a priorização das diretrizes era feita em função do impacto competitivo das tecnologias objeto de cada diretriz.

As modificações e melhorias geradas na implantação do processo CTE da Área do Gás & Energia contribuíram para:

- o fortalecimento da imagem de excelência tecnológica junto à Comunidade de C,T&I;

- a reorientação da atividade tecnológica para o modo sustentável de gestão, que transcende o modelo de terceira geração de P&D;
- o direcionamento tecnológico para se fazer frente aos desafios dos segmentos de gás, energia e renováveis, enunciados logo no início dos trabalhos do COMEG 2003;
- o atendimento à Visão 2015, que estabelece que a atuação da Empresa deverá ter como focos a rentabilidade e a responsabilidade social e ambiental.

No tocante às diretrizes de gestão, merecem destaque aquelas relacionadas aos dois pilares do COMEG 2003: sustentabilidade e inovação. Estabeleceu-se que no mínimo 50% dos recursos humanos de P&D do segmento de Gás & Energia do CENPES deverão ser alocados em desenvolvimentos relacionados às tecnologias de alta sustentabilidade e que o desenvolvimento de tecnologias de caráter inovador deverá ser intensificado pela alocação de 8 a 12% desses recursos em projetos de alto risco e alta recompensa.

6.3.3

Experimento 2: estratégia tecnológica de Exploração e Produção

Este experimento foi conduzido, em 2004, no âmbito do Subsistema Tecnológico de Exploração e Produção da Empresa, adotando-se a mesma metodologia e o mesmo processo descritos no Experimento 1 – COMEG 2003.

O produto final do COMEP 2004 consistiu de um conjunto de diretrizes tecnológicas e de gestão tecnológica para o segmento de Exploração e Produção, bem como a indicação da criticidade das tecnologias associadas com vistas a apoiar os processos decisórios dos CTO do referido Subsistema.

Do processo COMEP 2004, participaram cerca de 634 representantes das Áreas de Exploração e Produção, incluindo a subsidiária TRANSPETRO, da Área Internacional, do CENPES, da Engenharia, de Materiais, do Desempenho e de SMS, com mobilização efetiva de vinte e três RIT organizadas segundo agrupamentos lógicos de tecnologias que foram analisadas durante o processo.

As redes reuniram-se em eventos simultâneos durante a fase de pesquisa aprofundada, pois as lideranças do processo não desejavam restringir a participação de especialistas e representantes das mais diversas unidades da

Empresa, o que possivelmente ocorreria se fosse organizada a tarefa em um único evento presencial. Nesse último caso, questões de logística e agenda impuseram restrições ao número de participantes.

Em relação aos avanços e resultados alcançados no Experimento 1, destacam-se:

- do ponto de vista organizacional e de planejamento, foi possível o estabelecimento da agenda e preparação do Seminário de Abertura do COMEP 2004, bem como a realização de todos os procedimentos de preparação para os eventos das vinte e três oficinas de trabalho que ocorreram simultaneamente sob a coordenação das RIT;
- do ponto de vista metodológico, avançou-se com relação ao uso da abordagem *Triple Bottom Line*. Foi introduzida a matriz de sustentabilidade, compreendendo a análise simultânea dos impactos competitivos do uso da tecnologia *versus* seus impactos sociais e ambientais;
- realizou-se, no período de maio a julho daquele ano, o Seminário de Abertura e as Oficinas de Trabalho COMEP 2004, sob o patrocínio do Gerente Executivo do CENPES e dos Gerentes Gerais que participaram do processo. Os diversos eventos simultâneos contaram com a participação de 634 representantes do CENPES e das demais unidades envolvidas. O avanço observado foi a disseminação mais abrangente da metodologia e dos conceitos em relação ao Experimento 1;
- os trabalhos das RIT geraram produtos de mesma natureza e forma dos gerados no Experimento 1, o que, do ponto de vista de uniformização de linguagem e internalização dos conceitos por todos os membros do Sistema Tecnológico, foi muito importante. Previam-se resistências culturais nesse sentido, pelo fato do processo do ciclo anterior ser considerado em todo o Subsistema Tecnológico do E&P como um ‘processo vencedor’. Felizmente, à medida que os novos conceitos eram apresentados pelas lideranças das RIT e seus membros discutiram e interagiram, eles passaram a entender melhor a necessidade da mudança para o modo sustentável e aceitaram as propostas de atividades das oficinas;
- assim como no Experimento 1, os resultados dos trabalhos das RIT foram analisados sistemicamente pela pesquisadora e encaminhados aos gerentes do CENPES e das unidades que participaram do processo para posteriores validações no nível gerencial. Foram realizadas diversas reuniões gerenciais com a presença dos proponentes para refinamento

das propostas apresentadas pelas RIT. Essa experiência configurou-se em subseqüentes aprendizados de ciclo simples.

Como no experimento anterior, a ‘etapa de ação’ compreendeu a fase de preparação para a reunião executiva do COMEP; a própria reunião executiva do Comitê, ocasião em que foram analisadas e aprovadas as diretrizes tecnológicas e de gestão tecnológica para o Subsistema; a aprovação pela Diretoria Executiva da Petrobras das diretrizes tecnológicas e de gestão tecnológica para a área de Exploração e Produção e sua posterior divulgação no Portal COMEP, em ambiente *Intranet*. O acesso às informações estratégicas é sistematicamente controlado, sendo requerido digitar chave e senha, no caso de portais e no caso de cópias em papel, são cópias numeradas. As operações de *download* também são registradas no sistema.

6.3.4

Experimento 3: estratégia tecnológica do Abastecimento

Historicamente, desde 1989, a estratégia tecnológica do Abastecimento é definida e revisada a cada dois anos pelo Comitê Tecnológico Estratégico do Abastecimento, denominado COMAB, que integra o Sistema de Comitês Tecnológicos da Petrobras. O COMAB tem como objetivo estabelecer as diretrizes para os Comitês Tecnológicos Operacionais da área do Abastecimento, bem como determinar diretrizes e posturas estratégicas para a gestão desse Subsistema.

Em 2004, o COMAB experimentou, a exemplo dos outros dois CTEs, a utilização das ferramentas propostas para se formular a estratégia tecnológica segundo o modo sustentável. Tratou de questões tecnológicas críticas relativas aos grandes desafios da área de Abastecimento da Petrobras, mais especificamente: a maximização do refino do petróleo nacional, o aumento da demanda de gás natural nos diversos segmentos, a otimização do balanço entre produção e consumo de derivados, a melhoria da qualidade dos produtos para atender futuras especificações, o aumento da eficiência da cadeia logística e a ampliação da atuação no segmento de petroquímica.

Esse experimento, que foi conduzido no âmbito do Subsistema Tecnológico do Abastecimento da Empresa, seguiu a mesma metodologia e as mesmas etapas descritas no Experimento 1 – COMEG 2003. Para o Subsistema, o aprendizado foi de ‘ciclo duplo’, pois pela primeira vez seus membros experimentaram as novas ferramentas de planejamento tecnológico. Do ponto de vista do Sistema Tecnológico, como um todo, porém, o aprendizado foi de ciclo simples, com participação intensa e questionamentos construtivos.

Deste experimento, participaram cerca de 140 representantes das Áreas do Abastecimento, incluindo as subsidiárias BR Distribuidora e TRANSPETRO, da Área Internacional, do CENPES, da Engenharia, de Materiais, do Desempenho e de SMS, com mobilização efetiva de dez redes RIT organizadas pela lógica dos agrupamentos tecnológicos que foram analisados do ponto de vista estratégico.

Na etapa exploratória deste experimento, detectaram-se as grandes questões estratégicas que deveriam ser analisadas frente aos desafios do Abastecimento e à visão 2015 da Empresa e identificaram-se as principais partes interessadas que influenciariam e seriam influenciadas pelas futuras mudanças. A partir dos condicionantes tecnológicos, políticos, institucionais, sociais e de mercado, revisaram-se os agrupamentos tecnológicos do ciclo anterior e também se analisaram possíveis interfaces com agrupamentos tecnológicos avaliados estrategicamente no âmbito de outro experimento – o COMEG 2003. Foi possível ainda desenhar a organização das RIT em agrupamentos de tecnologias afins, comumente denominados na Petrobras como fatores tecnológicos.

Na etapa de pesquisa aprofundada, realizou-se em 20 de maio daquele ano o Seminário de Abertura e a Oficina de Trabalho COMAB 2004, sob o patrocínio do Gerente Executivo do CENPES e dos Gerentes Gerais que participaram do processo. Os dois eventos, realizados na mesma ocasião, contaram com a participação de 120 representantes do CENPES e das demais unidades envolvidas. Durante a Oficina de Trabalho, destacou-se o empenho dos coordenadores das RIT na condução das análises estratégicas segundo o novo modelo. Embora se tenha observado durante o processo uma grande sinergia e significativa redução de tempo de análise com a realização da oficina, o prazo para consolidação dos trabalhos das RIT foi 4 de junho de 2004, deixando-se um tempo pós-oficina para as redes exercitarem a reflexão estratégica e enriquecerem as análises com dados e informações complementares.

Em 23 de junho de 2004, realizou-se uma reunião com cerca de 15 gerentes, coordenada pelo Gerente Geral de Pesquisa e Desenvolvimento do Abastecimento – PDAB do CENPES, com o objetivo de analisar os conteúdos gerados pelas RIT, segundo visão sistêmica e comparativa, e validar suas proposições à luz da nova abordagem conceitual do processo CTE. Na ocasião, formulou-se também uma primeira versão das diretrizes de gestão tecnológica, com base nas melhores práticas internas e externas de gestão tecnológica; nas políticas corporativas estabelecidas no Plano Estratégico Petrobras – 2015; e nas premissas do processo COMAB 2004. O escopo dessas diretrizes foi o mesmo dos demais CTE.

A ‘etapa de ação’ compreendeu todas as atividades descritas nos dois experimentos anteriores, resultando em um conjunto de diretrizes tecnológicas e de gestão tecnológica para o Subsistema Abastecimento, que foram posteriormente aprovadas pela Diretoria Executiva da Petrobras. A divulgação da estratégia tecnológica também está sendo realizada por um portal próprio, em ambiente *Intranet*.

Cabe mencionar aqui os impactos que as melhorias e aprendizados alcançados neste experimento propiciaram ao Sistema Tecnológico Petrobras, por ter se experimentado e validado a nova metodologia de planejamento e a abordagem *Triple Bottom Line* no âmbito dos três CTEs.

No nível dos CTOs: os resultados do COMAB 2004 impulsionaram importantes melhorias nos processos dos CTOs do Abastecimento, observadas um ano após, no ciclo 2005 de seleção e priorização dos projetos de P&D. As matrizes de alinhamento tecnológico ofereceram uma escala objetiva e simples para a classificação dos projetos de P&D quanto à coerência com a estratégia tecnológica dessa área. Os outros eixos de análise dos CTOs impactados pelo novo conteúdo das diretrizes tecnológicas foram: atratividade dos projetos quanto aos critérios de sustentabilidade, risco e recompensa.

No nível do CTP: ao incorporar efetivamente variáveis sociais e ambientais em suas decisões, o COMAB 2004 pode ser considerado, juntamente com a experiência pioneira em 2003 do COMEG e, em 2004, do COMEP, como um marco institucional da gestão do Sistema Tecnológico, pelo seu total alinhamento à visão de futuro corporativa para a atividade tecnológica da Petrobras. Seus resultados e aprendizados subsidiaram os esforços que estavam sendo envidados na época pela Alta Administração no sentido da criação do Comitê de Tecnologia

da Petrobras, objetivando a excelência em gestão tecnológica e o direcionamento de P,D&E para o modo sustentável e inovador. A proposta de criação do Comitê Tecnológico Petrobras – CTP foi encaminhada à Presidência da Empresa em 30 de setembro de 2004, logo após a conclusão dos experimentos que cobriram os Comitês Tecnológicos Estratégicos dos três segmentos de negócio, tendo sido aprovada em dezembro do mesmo ano.

6.3.5

Experimento 4: revisão da estratégia tecnológica de Gás & Energia

Esse experimento distingue-se dos três primeiros por se tratar de uma revisão, à luz da revisão do Plano Estratégico Petrobras 2015, da estratégia tecnológica formulada no experimento COMEG 2003. Compreendeu uma série de aprendizados de ciclo simples, dentro, porém, do Mod O-II.

A revisão da estratégia tecnológica dos segmentos de Gás, Energia e Renováveis levou em conta as novas proposições do Plano Estratégico Petrobras 2015, bem como as mudanças na redação dos objetivos estratégicos dos referidos segmentos, assim como eventuais mudanças nos cenários tecnológicos. O produto final do COMEG 2004 consistiu de um conjunto de ajustes na priorização das diretrizes tecnológicas e na definição de algumas diretrizes de gestão tecnológica, motivando inclusive o Comitê de Tecnologia Petrobras a solicitar aos três Comitês Tecnológicos Estratégicos que buscassem uma padronização de seus enunciados, respeitando-se, porém as especificidades de cada área.

Participaram do processo de revisão do COMEG 2003 cerca de 110 representantes das Áreas de Gás & Energia, da Área Internacional, do CENPES, da Engenharia, de Materiais, do Desempenho e de SMS. Esse processo foi marcado por intenso debate em torno da racionalização do escopo da estratégia no nível das tecnologias associadas e até mesmo de alguns fatores tecnológicos. Discutiu-se uma possível remodelagem das RIT para o próximo ciclo, que ocorrerá em meados de 2006.

Neste experimento, os integrantes da RIT do Fator Tecnológico de Meio Ambiente, pelo caráter transversal e multidisciplinar desse agrupamento tecnológico, estimularam a participação de outros novos membros que, por sua vez, já haviam discutido questões afins nos experimentos anteriores - COMAB e

COMEP. Como resultado positivo, foi possível realizar no âmbito dessa RIT uma excelente racionalização dos conteúdos *per se* e padronização com os conteúdos dos experimentos anteriores, no nível das tecnologias associadas do referido agrupamento. A título de ilustração, buscou-se igualmente um redesenho do tema ‘Seqüestro de Carbono’ em função do aprofundamento das questões estratégicas de cunho tecnológico que emergem do quadro de mudanças climáticas globais. Esses foram dois bons exemplos de ‘ciclos simples’ de aprendizado, segundo o Mod O-II.

Na etapa exploratória, realizada em curto período, em outubro de 2004, planejou-se todo o experimento COMEG 2004 em formato bem objetivo e didático, respondendo-se ao caráter de urgência do experimento. Do ponto de vista organizacional e de planejamento, foi possível o estabelecimento da agenda e a preparação da Oficina de Trabalho “Revisão do COMEG 2003”, bem como a realização de todos os procedimentos de preparação para o evento.

A etapa de pesquisa aprofundada, realizada no período de 14 a 30 de outubro daquele ano, compreendeu a Oficina de Trabalho Revisão do COMEG 2003, sob o patrocínio do Gerente Executivo do CENPES e dos Gerentes Gerais que participaram do processo, e os trabalhos de consolidação dos resultados pela pesquisadora por meio de consulta direta junto aos coordenadores das RIT.

Os trabalhos das RIT geraram:

- racionalização do escopo dos fatores tecnológicos, pelo amadurecimento e melhor compreensão dos temas um ano após a realização do COMEG 2003 e adoção da matriz de sustentabilidade, construída no COMEP 2004. Cabe lembrar que, no Experimento 1, as análises dos impactos social, ambiental e competitivo foram individuais e consolidados *a posteriori*;
- revisão das análises estratégicas dos fatores tecnológicos, quanto aos impactos competitivo e socioambiental das tecnologias associadas, utilizando material de trabalho que incorporava as melhorias dos experimentos anteriores - COMAB e COMEP;
- posicionamento tecnológico (atual e futuro) e maturidade tecnológica das tecnologias associadas, com pequenos ajustes em relação ao Experimento 1;
- matrizes de alinhamento tecnológico de cada fator, considerando os novos objetivos estratégicos de Gás & Energia;

- proposições de ajustes nas diretrizes tecnológicas e posturas estratégicas para as tecnologias associadas a cada fator;
- matrizes de inteligência e cenários tecnológicos atualizados para cada fator.

Destaca-se, neste experimento, a busca de alinhamento do processo COMEG às melhorias propostas e implantadas durante os experimentos 2 e 3 no sentido de se estabilizar o padrão de sistema. As planilhas para avaliação de impactos competitivo, social e ambiental e as matrizes de sustentabilidade foram redesenhadas para esse experimento conforme padrão que emergiu dos experimentos anteriores. Configuram-se aprendizados de ‘ciclo simples’ segundo Mod O-II, tanto do ponto de vista do Subsistema quanto do Sistema Tecnológico, como um todo.

A etapa de ação compreendeu: a preparação para a reunião executiva da revisão do COMEG 2003; a própria reunião executiva do Comitê com o objetivo de analisar e aprovar os ajustes propostos; a aprovação pela Diretoria Executiva da Petrobras das diretrizes tecnológicas e de gestão tecnológica para o Subsistema e respectiva divulgação, pelas lideranças, da estratégia tecnológica revisada para a área de Gás & Energia, utilizando-se de mídias diversas e respeitando o caráter estratégico e confidencial das informações.

Neste caso, a etapa de avaliação aconteceu na própria Reunião Executiva, resultando em uma série de recomendações para o próximo ciclo CTE que será iniciado no primeiro semestre de 2006. Essas recomendações motivaram os membros do Subsistema Tecnológico a realizarem uma experiência piloto, na qual pudessem ser testadas novas ferramentas para atender as necessidades apontadas na ocasião. Desse modo, mobilizaram-se em torno de um fator tecnológico do COMEG – o Fator Tecnológico 4, que trata especificamente das tecnologias de transformação química de gás natural, o Gerente Geral, o Coordenador da RIT e também Coordenador da Célula da Tecnologia *Gas to Liquid* - ‘Célula GTL’ do CENPES e mais de sessenta pessoas, incluindo representantes de partes interessadas externas.

As recomendações foram:

- racionalização e descrição das tecnologias associadas;

- construção de mapas tecnológicos (*technological roadmaps*) dos fatores tecnológicos do COMEG, no nível mundial e da Petrobras;
- análise das partes interessadas e sua influência nos desenvolvimentos tecnológicos e uso das novas tecnologias;
- balanço do COMEG 2003- 2005, mostrando as realizações e pontos de atenção dos Programas e Áreas Tecnológicas;
- apresentação dos *portfolios* tecnológicos estratégicos, com diferenciação entre risco e grau de esforço nos *portfolios*;
- participação de representantes de instituições externas, nas oficinas, em determinadas etapas.

6.3.6

Experimento 5: formulação da estratégia do FT4 como piloto do ciclo CTE 2006

Pela sua característica inovadora este experimento exigiu de seus organizadores uma reformatação do processo, baseando-se nos resultados e avaliações dos quatro experimentos anteriores. A descrição do experimento segundo a metodologia de Planejamento Inovador encontra-se na coluna da direita do Quadro 16.

Como experiência piloto do ciclo CTE 2006, realizou-se, nos dias 18 a 21 de dezembro de 2005, uma oficina organizada em três partes. A 1ª parte teve como objetivos: conhecer o processo COMEG e a metodologia de trabalho adotada na Oficina; desenvolver visão geral do estado-da-arte e prospecção dos temas tecnológicos de transformação química do gás natural; definir o escopo do FT4 e propor nova arquitetura em quatro temas e respectivas tecnologias associadas – TAs; e ampliar e enriquecer as análises do COMEG com a participação de convidados externos.

A 2ª parte da oficina foi realizada em reuniões paralelas, porém no mesmo ambiente, e teve como objetivos: desenvolver as análises do ambiente externo referentes ao FT4 (com participação dos representantes externos) e formular a estratégia tecnológica Petrobras do FT4 (somente participantes Petrobras).

Finalmente, a 3ª parte teve como objetivo consolidar as análises estratégicas e a formulação da estratégia tecnológica dos temas do FT4, considerando a visão dos participantes externos.

Para garantir a integração dos participantes da Petrobras com os representantes das instituições externas, a organização da ‘Oficina FT4’ deu-se em duas trilhas, conforme mostrado na Figura 25.

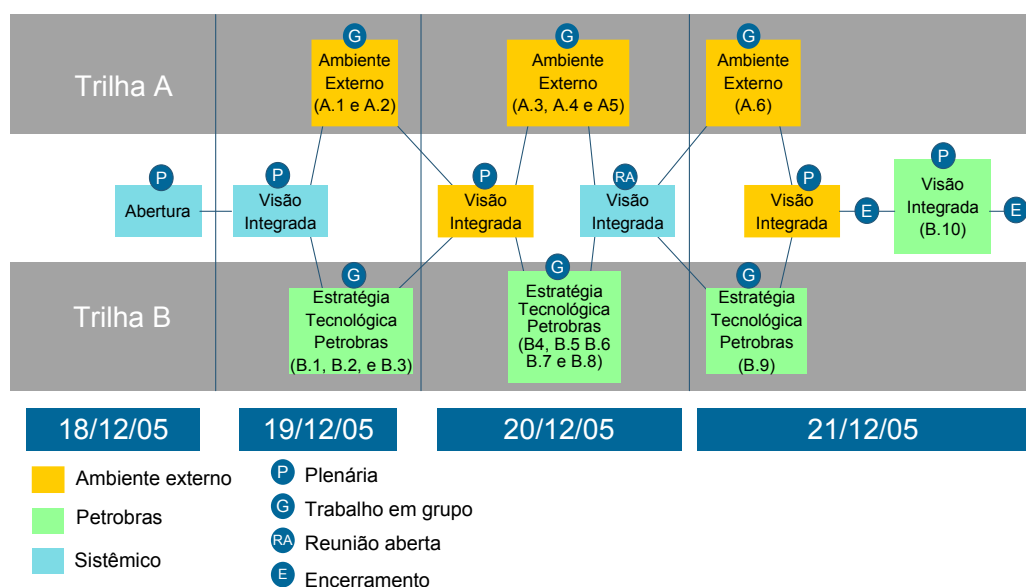


Figura 25 - Organização da oficina de trabalho do Experimento 5

Fonte: Elaboração conjunta com a equipe da Célula *Gás to Liquid* – GTL do CENPES.

Em relação aos experimentos anteriores, o Experimento 5 obteve os seguintes resultados diferenciados:

- nova arquitetura para o FT4, desdobrado em quatro temas, com as respectivas tecnologias e seus descritivos;
- mapas tecnológicos (*technological roadmaps*) de cada tema, no nível mundial e da Petrobras;
- análise das partes interessadas e sua influência nos desenvolvimentos tecnológicos e uso das novas tecnologias para cada tema;
- *portfolios* tecnológicos estratégicos, com diferenciação entre risco e grau de esforço nos *portfolios* de cada tema;

- troca de experiência e geração de conhecimento compartilhado com representantes de instituições externas, como proposta apresentada na Figura 25.

Tais resultados foram considerados pela Alta Administração do CENPES como um grande salto de aprendizado em relação aos experimentos 1 a 4. Em consequência, prepara-se no momento o material de apoio para as oficinas do ciclo CTE 2006, que envolverá os três Subsistemas, replicando-se os avanços metodológicos alcançados neste experimento.

6.4

Validação do modelo

Validou-se o modelo em dois níveis: normativo e estratégico, como apresentado nesta Seção. Inicialmente, busca-se mostrar, no nível normativo, a aderência do modelo às premissas básicas nas quais se basearam a concepção e a implantação na Petrobras do modelo de gestão estratégica da tecnologia no modo sustentável. Em seguida, confirma-se, no nível estratégico, o alto grau de alinhamento das estratégias tecnológicas resultantes da nova sistemática aos focos de desempenho global expressos na visão 2015 (Anexo 4).

6.4.1

Nível normativo: atendimento às premissas de desenvolvimento tecnológico sustentável

No nível normativo, busca-se mostrar que as práticas atuais de formulação da estratégia tecnológica em toda a Empresa orientam-se pelos princípios de desenvolvimento sustentável e encontram-se aderentes às premissas básicas que balizaram o desenvolvimento e a implantação do novo modelo, desde o primeiro experimento do projeto de pesquisa-ação, no segundo semestre de 2003.

Para tal, no início de 2006, realizou-se uma pesquisa de opinião junto a 107 gerentes e especialistas que estiveram diretamente envolvidos em um ou mais experimentos do projeto de pesquisa-ação, utilizando-se como meio a *Intranet* da

Empresa. Definiu-se a população-alvo a partir da necessidade de se validar o modelo no nível normativo com aqueles que atendessem os seguintes critérios:

- patrocinadores do projeto de pesquisa-ação;
- pessoas identificadas como usuários mais imediatos dos resultados do projeto;
- pessoas envolvidas diretamente com a aplicação do modelo conceitual de gestão estratégica da tecnologia no modo sustentável;
- pessoas responsáveis pela disseminação das novas ferramentas de gestão estratégica da tecnologia.

A população-alvo incluiu os gerentes executivos e diretores de subsidiárias que integram os CTEs, os gerentes gerais do CENPES responsáveis pela condução do processo de formulação das estratégias tecnológicas; os coordenadores de programas tecnológicos e gerentes de áreas tecnológicas do CENPES; os coordenadores das redes de inteligência tecnológica, gerentes de gestão tecnológica do CENPES e diversos gerentes das demais unidades do Sistema. Apresenta-se, no Quadro 17, a população-alvo distribuída por funções no processo CTE.

Função no processo CTE	Número de pessoas
Membros dos CTEs: Gerentes Executivos, Diretores de subsidiárias.	25
Gerente Gerais do CENPES responsáveis pela condução do processo CTE	4
Gerentes de Áreas Tecnológicas do CENPES	25
Gerentes das demais unidades do Sistema	8
Coordenadores de Programas Tecnológicos do CENPES	12
Coordenadores de Redes Tecnológicas	54
Gerentes de Gestão Tecnológica do CENPES	4
Total	132

Quadro 17 - População-alvo da pesquisa de opinião no Sistema Tecnológico Petrobras

Fonte: Elaboração própria.

Nota: do total de coordenadores de Redes, subtraíram-se os já classificados em outra função. Pessoas que participaram de mais de um CTE foram computadas uma única vez.

Para as consultas, elaborou-se um instrumento de pesquisa segundo a concepção de Likert (1932) com seis afirmações de práticas que espelhassem as premissas do modelo, a saber:

- as diretrizes tecnológicas e de gestão resultantes do CTE promovem o desenvolvimento tecnológico sustentável, considerando simultaneamente rentabilidade, crescimento, responsabilidade social e ambiental (questão 1);
- o alinhamento dos futuros desenvolvimentos tecnológicos aos objetivos de negócio foi considerado e valorizado durante o processo CTE, assim como a discussão de oportunidades tecnológicas de longo prazo – 2030 (questão 2);
- no processo CTE, os interesses e necessidades das partes interessadas (órgãos do Sistema Tecnológico Petrobras, instituições acadêmicas, governo, fornecedores e clientes, dentre outros) foram considerados na avaliação estratégica das tecnologias associadas (questão 3);
- percebe-se uma maior conscientização das unidades de negócio da Empresa, quanto ao papel da inovação tecnológica para a sustentabilidade de seus negócios (questão 4);
- o processo CTE dá ênfase à prospecção tecnológica, ampliando-se o horizonte de tempo da análise estratégica para além daquele coberto pelo planejamento estratégico corporativo de negócios (questão 5);
- as diretrizes tecnológicas e de gestão resultantes do CTE estimulam a geração de um *portfolio* balanceado de P&D, contemplando projetos voltados tanto para inovações incrementais quanto radicais, como resultado de estratégias tecnológicas sustentáveis (questão 6).

Para a análise e apresentação dos resultados da pesquisa, adotaram-se as medidas de distribuição de frequência e favorabilidade, conforme descrição na Seção 4.3.

Os resultados da pesquisa, apresentados na Figura 26, indicam que o modelo foi validado no nível normativo com 96% de respostas favoráveis às questões 1 e 2; 94% de respostas favoráveis às questões 4 e 5; e 88 e 90% de respostas favoráveis às questões 3 e 6, respectivamente. O índice de retorno foi de 52 %.

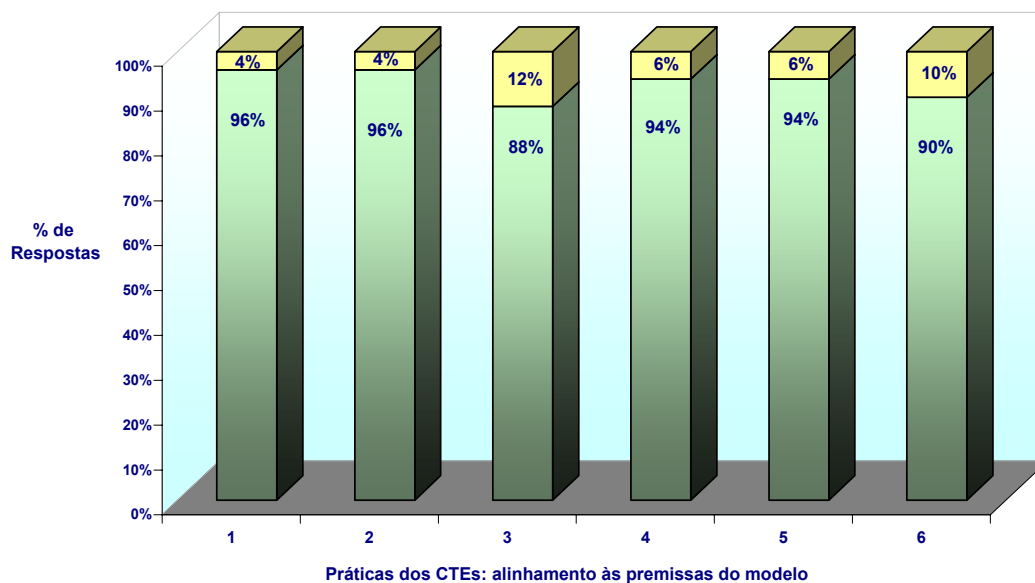


Figura 26 – Validação do modelo no nível normativo

Fonte: Elaboração própria, a partir das repostas à pesquisa de opinião em fevereiro de 2005.

As duas questões com resultados mais baixos - 3 e 6 - referem-se à consideração dos interesses das partes interessadas externas na formulação das estratégias tecnológicas e à geração de uma carteira balanceada de projetos de P&D, contemplando projetos voltados tanto para inovações incrementais quanto radicais, como resultado de estratégias tecnológicas sustentáveis.

Ao analisar esses resultados numéricos e considerar os comentários que foram enviados durante a pesquisa de opinião, confirmam-se as percepções da alta administração que avaliou o ciclo 2003-2005: a necessidade de envolver representantes dos públicos externos no processo e a construção de mapas tecnológicos que ampliem a visão de longo prazo, trazendo para a discussão a antecipação de trajetórias tecnológicas promissoras, novos projetos dominantes e novos negócios.

Cabe destacar que o Experimento 5 avançou justamente em relação a esses dois aspectos, porém como seus resultados foram divulgados somente para as pessoas envolvidas com as tecnologias de transformação química de gás natural (Fator Tecnológico 4 do COMEG) e para a alta administração do CENPES não puderam ser ainda avaliados em todo o Sistema Tecnológico, com reflexos nos resultados da pesquisa de opinião. Como o planejamento do ciclo CTE 2006 considera esses dois aspectos, acredita-se que eles poderão ser melhor percebidos

em meados deste ano, quando a formulação das estratégias tecnológicas será concluída, iniciando-se o processo de definição das carteiras de projetos de P&D por meio de cerca de trinta Comitês Tecnológicos Operacionais – CTOs, pertencentes aos três Subsistemas.

6.4.2

Nível estratégico: atendimento aos critérios de sustentabilidade corporativa e visão de longo prazo

No nível estratégico, o modelo foi validado pelas evidências obtidas em cada um dos três Subsistemas Tecnológicos e no Sistema Tecnológico Petrobras, como apresentado a seguir.

O alinhamento das estratégias tecnológicas do Sistema Tecnológico aos critérios de sustentabilidade pode ser medido pela distribuição percentual das tecnologias objeto da estratégia tecnológica de cada Subsistema, segundo as três categorias: alta, média baixa sustentabilidade, conforme apresentado na Figura 27.

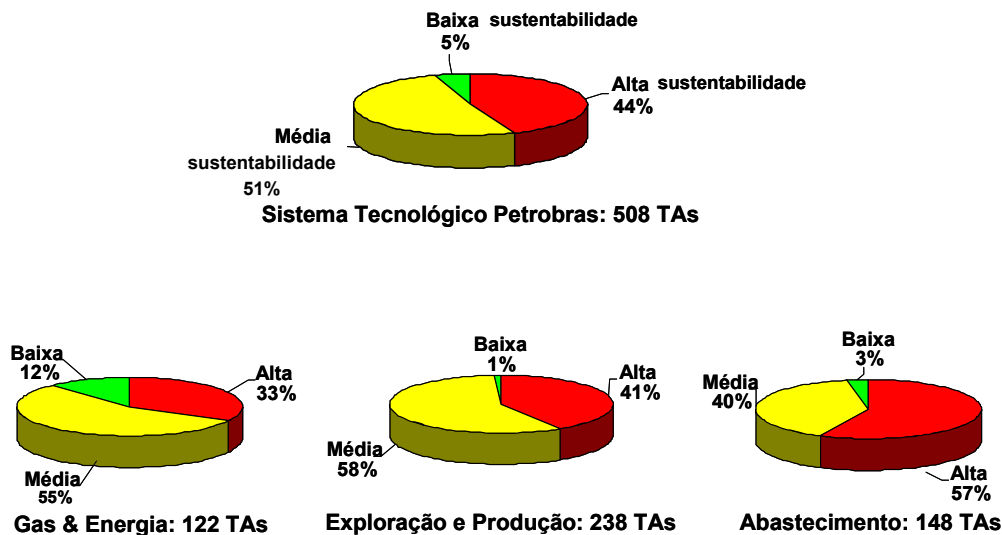


Figura 27 – Validação do modelo no nível estratégico: sustentabilidade das tecnologias associadas
Fonte: Elaboração própria, a partir de dados dos Portais COMEP, COMAB e COMEG (2005).

O alinhamento das estratégias tecnológicas de cada Subsistema aos objetivos estratégicos das respectivas áreas de negócio, Gás & Energia, E&P e Abastecimento, pode ser evidenciado por: matrizes de alinhamento tecnológico

dos Fatores Tecnológicos e pelo percentual de tecnologias críticas para os negócios em relação ao número total de tecnologias objeto da estratégia tecnológica de cada Subsistema.

No primeiro caso, são quarenta e quatro matrizes de alinhamento tecnológico resultantes da etapa de análise estratégica no nível gerencial, que evidenciam todos os cruzamentos das Tecnologias Associadas a cada Fator com os Objetivos Estratégicos da respectiva área de negócio. Pelo seu conteúdo confidencial, essas matrizes não podem ser publicadas nesta tese.

Dessas matrizes, resultam também a indicação em cada cruzamento daquelas tecnologias que, além de serem altamente sustentáveis, são consideradas críticas para o alcance de um ou mais objetivos de negócio. Mostram-se, na Figura 28, os gráficos com os percentuais de tecnologias críticas em relação ao número total de tecnologias objeto da estratégia tecnológica de cada Subsistema.

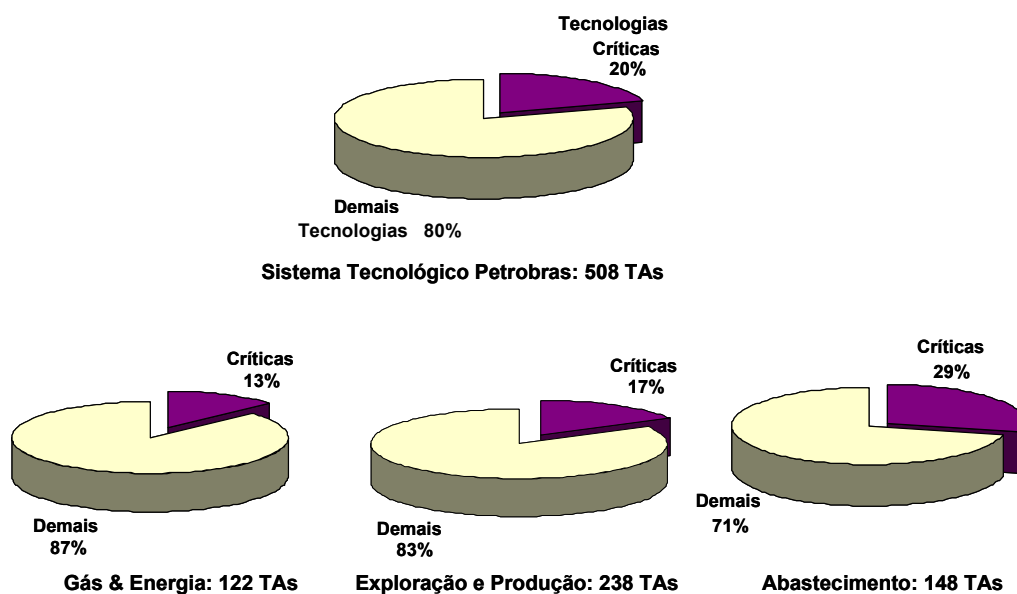


Figura 28 – Validação do modelo no nível estratégico: tecnologias críticas para os negócios da Petrobras

Fonte: Elaboração própria, a partir de dados dos Portais COMEP, COMAB e COMEG (2005).

A incorporação da visão de longo prazo ao processo de formulação das estratégias tecnológicas pode ser medida pelo percentual de recursos destinados a P&D de alto risco e alta recompensa em cada Subsistema Tecnológico, como

expresso nas diretrizes de gestão referentes à alocação de recursos em cada Subsistema.

Um outro indicativo que desenvolvimentos tecnológicos de longo prazo são considerados na formulação das estratégias tecnológicas do Sistema Tecnológico Petrobras refere-se à distribuição percentual de tecnologias segundo o grau de maturidade tecnológica, conforme mostrado na Figura 29. Observa-se que do total de 508 tecnologias associadas, 19% são tecnologias embrionárias, considerando-se o estado-da-arte mundial.

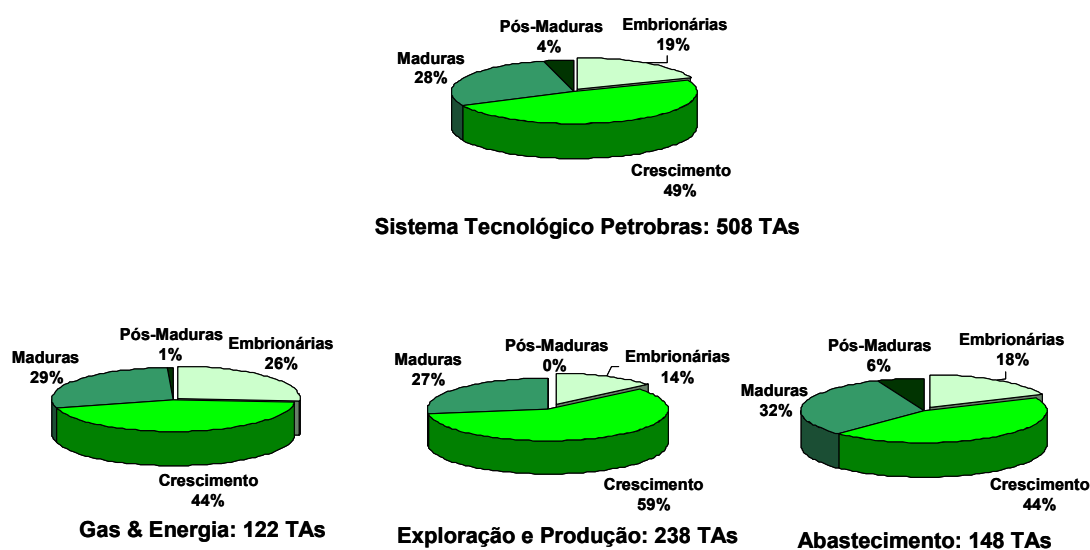


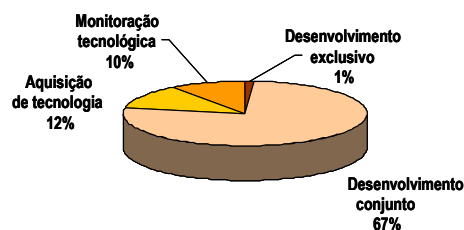
Figura 29 – Validação do modelo no nível estratégico: tecnologias classificadas segundo maturidade tecnológica: embrionárias, em crescimento, maduras, pós-maduras
Fonte: Elaboração própria, a partir de dados dos Portais COMEP, COMAB e COMEG (2005).

O estímulo à cooperação tecnológica é explicitado nas diretrizes de gestão específicas referentes a essa questão e medido pela distribuição percentual das tecnologias objeto da estratégia tecnológica de cada Subsistema, segundo as quatro posturas estratégicas: desenvolvimento exclusivo; desenvolvimento conjunto (com ou sem concorrentes); aquisição e monitoração tecnológica, conforme mostrado na Figura 30.

A título de ilustração, no caso do COMAB (Petrobras, 2004), as diretrizes de gestão voltadas para a articulação externa são:

- ♦ fomentar pólos tecnológicos, para desenvolvimento de tecnologias relevantes para os negócios da empresa, preservando a propriedade intelectual da Petrobras;

- intensificar a articulação, sob a coordenação do CENPES, com a comunidade de ciência e tecnologia, agências de fomento, órgãos de meio ambiente e indústrias, em projetos multiclientes e convênios de cooperação tecnológica;
- assegurar a participação de fornecedores e parceiros estratégicos de tecnologia, no início dos projetos de P&D, visando a redução do tempo de implantação das soluções no meio produtivo.



Sistema Tecnológico Petrobras: 508 TAs



Figura 30 – Validação do modelo no nível estratégico: tecnologias classificadas segundo as posturas estratégicas

Fonte: Elaboração própria, a partir de dados dos Portais COMEP, COMAB e COMEG (2005).

Com os resultados da implantação do modelo na Petrobras e da validação por aqueles que se envolveram diretamente no projeto de pesquisa-ação, pode se considerar o modelo como uma inovação organizacional em relação às práticas correntes baseadas em modelos consagrados, como o de terceira geração de Roussel *et al.* (1991).

Mesmo com a implantação bem sucedida do modelo nas áreas de negócio da Empresa, tanto em termos do alinhamento das carteiras de P&D às tecnologias de alta sustentabilidade, quanto ao balanceamento do *portfolios* tecnológicos, destacam-se, de imediato, algumas limitações da pesquisa. No que se refere à comprovação do alcance da sustentabilidade corporativa, não será

possível medir o grau de realização e impactos institucionais dos projetos de P&D que foram elencados no ciclo 2005. Também não será possível saber em que medida os indicadores de desempenho global da Empresa, referentes à rentabilidade e à responsabilidade social e ambiental, serão impactados pelo uso das novas tecnologias que serão geradas, uma vez que o levantamento e a análise desses dados e informações demandarão um longo período de tempo, superior ao prazo de conclusão desta pesquisa.

Uma terceira limitação da pesquisa refere-se à comprovação da mudança cultural desejada no âmbito do Sistema Tecnológico da Empresa na linha do tempo, a partir da implantação e divulgação do novo modelo. Essa mudança foi iniciada no processo de formulação da estratégia no ciclo 2003-2004, mas a comprovação da efetiva incorporação dos valores da sustentabilidade e da adoção sistemática dos critérios econômicos, ambientais e sociais nas decisões que afetam os futuros desenvolvimentos tecnológicos e inovações tecnológicas exigirá um tempo que ultrapassa o período da pesquisa.

Finalmente, considerando que o desenvolvimento, a aplicação e a validação do novo modelo de gestão estratégica da tecnologia foram conduzidos no âmbito de uma grande empresa brasileira do setor de energia, que investe anualmente 1% de seu faturamento em desenvolvimento tecnológico, acredita-se que a divulgação deste caso possa ajudar mais empresas brasileiras social e ambientalmente responsáveis, além da Petrobras, a crescerem internamente no país e a buscarem melhores posições no mercado internacional com o suporte do desenvolvimento tecnológico sustentável.